НАУКА ВЕЛИЧАЙШИЕ ТЕОРИИ

ТЕСЛА

36

Переменный ток

Двустороннее движение электричества

DeAGOSTINI

ТЕСЛА переменный ток
36

SHOUT
SHARE
IT

Annotation

Никола Тесла был великим мечтателем, идеи которого нашли свое применение только через 100 лет после их появления. Несмотря на то что именно ему принадлежит идея создания двигателя переменного тока, благодаря которому электричество пришло в дома и заводы XX века, этот сербско- американский ученый умер в нищете, забытый своими современниками. Изобретения и открытия, над которыми работал Тесла, бесчисленны: это и пульт дистанционного управления, и самолет вертикального взлета, и беспроводная лампа; также он разработал основы устройства радара, стал предвестником радиоастрономии и проводил опыты по криогенике. Его главной целью было создание технологии передачи электрической энергии и информации в любую точку планеты без проводов - эта идея стоила ему состояния и репутации.

-
- Marcos Jaen Sanchez
- Введение
- ГЛАВА 1
- ГЛАВА 2
- ГЛАВА 4
- ГЛАВА 5
- Список рекомендуемой литературы
- Указатель

Marcos Jaen Sanchez
Наука. Величайшие теории: выпуск 36: Двустороннее движение электричества. Тесла. Переменный ток

Пер. с исп. — М.: Де Агостини, 2015. — 176 с.
ISSN 2409-0069
Еженедельное издание
© Marcos Jaen Sanchez, 2013 (текст)
© RBA Collecionables S.A., 2013
© ООО “Де Агостини”, 2014 2015

Введение

Образ Николы Теслы, изобретателя сербского происхождения, можно назвать воплощением трагического мифа о борце за правду, в одиночку противостоящем сказочным чудовищам. Это архетип героя, который восстал против богов во благо человечества и впоследствии был уничтожен и вычеркнут из памяти людей за свою смелость. Легендарность его личности также дополняется перечнем приписываемых ему «странностей», а бунтарский дух Теслы является этическим идеалом исследователя. Первые лучи его гениальности озарили мир в конце XIX века, во время второй промышленной революции — в период господства промышленных магнатов и банкиров, заложивших основы капитализма. Свет этого гения становился все более ярким по мере того, как электричество брало верх над паровыми машинами, и не гас до тех пор, пока оно не превратилось в главную движущую силу современного мира.

Процесс внедрения электричества в промышленность стал примером взаимодействия таких неразрывно связанных понятий, как наука и технологии. Фундаментальные исследования электричества шли рука об руку с поисками практических решений по генерированию, хранению и транспортировке электроэнергии. Тесла появился тогда, когда феномен электричества был еще внове; но очень скоро ученый продемонстрировал удивительную интуицию, ясно осознав возможности исследований в данной области. В Соединенных Штатах Америки, ставших для изобретателя второй родиной, только утихали кровавые бои гражданской войны, в то время как молодой Тесла заканчивал обучение в Европе и готовил свои первые проекты — незрелые, но свидетельствующие о незаурядном даровании. Совмещая деятельность ученого и инженера, этот человек был типичным представителем своей эпохи.

Хотя улицы некоторых городов уже озарились электрическим светом, были запущены первые трамваи и освещены роскошные особняки, все же, по сути, потенциал электричества пока оставался нераскрытым. Первые электрические аппараты работали на постоянном токе (ПТ): он всегда движется в одном направлении, а его напряжение постоянно во времени. Но данная система оказалась недостаточной для питания больших сетей, призванных удовлетворить промышленность, желающую расти согласно актуальному на тот момент ритму времени. Несмотря на ограничения, связанные с постоянным током, главным его

ценителем был сам Томас Альва Эдисон. Он инвестировал миллионы долларов в установки постоянного тока, уверенный в том, что его лампочки, представлявшие собой эволюционировавшую модель лампы накаливания Джозефа Уилсона Суона 1878 года, не будут работать при других условиях. Несмотря на это, некоторые инженеры и предприниматели, в том числе Джордж Вестингауз, уже догадывались о возможностях переменного тока и работали над их реализацией, хотя похвастаться им было нечем — эффективный двигатель переменного тока пока не изобрели. Величина и направление переменного тока циклично изменяются в зависимости от периодической функции времени. Из-за своей переменной природы такой ток требует наличия эффективной сети распределения энергии.

На этом перекрестке эпох никому не известный эмигрант из Европы прибыл в США, имея в кармане лишь несколько центов и смятые бумаги с описанием идей. Будучи еще в Европе, молодой человек в порыве вдохновения раскрыл принцип вращающегося магнитного поля, который помог ему разработать очень простой и эффективный асинхронный электродвигатель. Таким образом «волшебник» Никола Тесла раскрыл тайну единственной возможности массового развития электричества — переменного тока. С помощью Вестингауза он разработал электрическую сеть в том виде, в каком мы ее знаем сегодня, в то время как другой великий изобретатель — Эдисон — уже планировал жестокое и бесчестное сражение, известное как «война токов».

Несомненный успех переменного тока превратил Теслу в пророка, но лишь немногие знали о жертвах, которые он принес во имя дальнейшего развития. Король в лаборатории, он был дилетантом в финансовых делах. Тесла настолько слепо верил своим догадкам, что не сомневался: будущее даст ему все, что требуется. Однако, возможно по причине такой слепой веры, ошибки в финансовых делах обернулись для него огромными потерями.

Периодом триумфа Теслы стало последнее десятилетие XIX века, когда он мог пользоваться своей славой для развития новых технологий, раздвигающих границы науки. Речь идет об электромагнитных волнах, существование которых было доказано Генрихом Рудольфом Герцем в 1887 году согласно теории Джеймса Клерка Максвелла. Это была эпоха небывалой активности, самая продуктивная и незабываемая в жизни Теслы: именно тогда появились проекты, настолько опережавшие свое время, что современники не всегда могли понять их, так же как, возможно, не мог до конца понять их и сам Тесла. Но кроме того

это была эпоха растрат. Не слушая мудрых советов друзей, интенсивно работая одновременно во многих направлениях, изобретатель не имел достаточно времени, чтобы закончить свои исследования и задокументировать их, не говоря уже о получении патентов. В последующие годы это поразительное число достижений позволило сделать много открытий и способствовало развитию только зарождавшихся направлений науки. При этом очень часто вся выгода доставалась кому-то другому. Даже сегодня мы обращаемся к работам Теслы того периода, когда занимаемся поисками происхождения тех или иных базовых принципов или открытий в науке и технологии, кажущихся, бесспорно, современными.

Эксперименты, которые Тесла ставил в ту благословенную эпоху, были опасны и не могли проводиться в больших городах. Изобретателю пришлось продолжать свои работы в легендарном убежище в Колорадо-Спрингс, расположенном у подножья Скалистых гор. Там он специально построил станцию и в течение нескольких месяцев проводил серию очень важных опытов, впервые для него — детально документированных. В тот период Тесла сделал фундаментальные открытия: например, стационарные электромагнитные волны Земли. В конце концов изобретатель созрел для того, чтобы совершить самый решительный карьерный скачок и попытаться воплотить идею всей своей жизни. Он решил создать общемировую систему беспроводной передачи информации и электроэнергии. Данный проект должен был принести ему славу, во много раз большую, чем слава человека, открывшего возможности переменного тока.

В поисках необходимых средств Тесла склонил на свою сторону, иногда не гнушаясь и обманом, главных финансовых деятелей Северной Америки. Его заявления и статьи, посвященные проекту, шокируют современного читателя. В них описаны, с использованием языка того времени, базовые понятия, являющиеся частью повседневной жизни современного общества — мира коммуникаций, основанного на использовании мобильных телефонов, интернета, систем геолокации, Wi-Fi, Bluetooth... Невозможно не удивиться, читая пророческие слова Теслы, написанные еще до окончания XIX века: «В будущем газеты будут печататься в домах без проводов в течение одной ночи».

На заре XX века Тесла прилагал все возможные усилия, чтобы мир его мечты стал реальностью. Он был уверен, что достигнет этого в течение нескольких месяцев. При финансовой поддержке банкира Джона Пирпонта Моргана (1837-1913) изобретатель построил на Лонг-Айленде первую станцию беспроводной передачи, названную Ворденклиф. Башня Ворденклиф стала

символом ее создателя. Хотя Тесла занимался теоретической и практической разработкой установок по радиопередаче с 1893 года, весь мир в этом плане удивил Маркони, отправив на стыке веков беспроводные сигналы через Атлантику. Морган рассчитывал, что амбициозный проект его «сотрудника» по строительству башни сможет затмить подвиг итальянца. Проблема заключалась в том, что Тесла плохо себе представлял, какую цель он преследует; Морган не знал, что Ворденклиф будет не только станцией радиопередач, но и первой в мире станцией по эффективной беспроводной передаче электричества с использованием электромагнитного резонанса Земли. Могли ли промышленные магнаты допустить переход к новому миру коммуникаций, свободной информации и дешевой энергии?

Ответ очевиден. Когда Морган вышел из проекта, башня превратилась в бездонную финансовую бочку. Тесле так и не удалось оправиться после этой катастрофы. Тогда же он проиграл и гонку за радио. Первые годы XX века принесли ему разочарования и горечь. Изобретатель постарался реабилитироваться, последние искры его гениальности породили новейшие устройства и провидческие постулаты. Но время Теслы ушло. Новое поколение ученых — исследователей атома и университетских преподавателей, специализирующихся на определенной тематике, — пришло на смену многогранным личностям, ученым-инженерам-изобретателям-предпринимателям викторианской эпохи.

Тесла все дальше летел в финансовую и профессиональную бездну, что, к сожалению, вело к его несправедливому забвению. В истории науки и технологии имя изобретателя заменили имена его противников, часто имевших меньше бескорыстных идеалов и больше коммерческой жилки. Возможно, трагедия в данном случае крылась в самой природе порабощающего гения, в том, что в сугубо прагматичной среде он чаще выдвигал общие положения, чем конкретные идеи новшеств. Успехи Теслы достигались с помощью вдохновения. Его лекции открыли дорогу многим ученым, перенесшим идеи изобретателя на практику, поэтому влияние Теслы на мир сложно перевести в звонкую монету. В свои последние дни он покорился судьбе и жил ради будущего.

Сегодня, словно неосязаемая тень, образ Теслы просматривается за многими основными технологическими и научными достижениями XX века в пространстве-эфире, где взращивались чудесные семена его гения. По-другому и не могло быть: размах этой личности чувствовался с первой же минуты ее появления на свет, когда во время ночной бури в горах Хорватии будущего гения приветствовала молния. В истории науки редко

когда реальность и легенда сходятся так близко.

1856 Никола Тесла родился 10 июля в деревне Смилян на территории современной Хорватии в сербской семье.

1875 Получает стипендию и поступает в Технический университет Граца. Оставляет учебу, когда заканчиваются деньги. Затем в качестве вольного слушателя посещает Университет Карла-Фердинанда в Праге.

1882 Работает в Будапеште, где экспериментально обнаруживает вращающееся магнитное поле.

1884 После работы в парижском филиале «Континентал Эдисон Кампании эмигрирует в США. Эдисон немедленно берет его на работу.

1885 Эдисон обещает заплатить ему 50000 долларов, если он улучшит его динамо-машины. У Теслы это получается. Когда он просит свое вознаграждение, Эдисон смеется над ним. Тесла увольняется.

1888 Первая лекция в Североамериканском институте электроинженеров (AIEE): рассказывает о вращающемся магнитном поле и индукционном двигателе. Подписывает договор с Вестингаузом для разработки своей системы.

1891 Вторая лекция в AIEE, где Тесла представляет беспроводную систему электричества. Разрабатывает устройство катушки, носящей его имя.

1893 Тесла и Вестингауз реализуют проект снабжения электричеством Всемирной выставки в Чикаго, выигрывают конкурс на разработку Ниагарского водопада. Тесла представляет свои разработки в области радио.

1895 Пожар в лаборатории на Пятой Авеню в Нью-Йорке наносит изобретателю огромный ущерб.

1898 Представляет прототип лодки на дистанционном управлении.

1899 С помощью опытов в Колорадо-Спрингс подтверждает существование земных стационарных электромагнитных волн.

1901 Подписывает контракт с Дж.П. Морганом на постройку башни, предназначенной для беспроводной передачи информации и электроэнергии, получившей название Ворденклиф.

1906 После нескольких лет финансовых трудностей строительство станции Ворденклиф прекращается. Тесла пытается спасти положение, изобретая устройства, приносящие немедленную прибыль.

1916 Объявляет о банкротстве после продажи станции Ворденклиф для уплаты долгов.

1943 Умирает в Нью-Йорке 7 января в возрасте 86 лет. Правительство изымает его архивы для дальнейшего изучения.

ГЛАВА 1
Мир электричества

Процесс популяризации электричества — пример симбиоза науки и технологии; изучение данного явления шло параллельно с развитием методов его генерации, хранения и транспортировки. С ранней молодости сербский ученый Никола Тесла демонстрировал интуитивное понимание сути электричества и его технологических характеристик, что привело изобретателя к открытию вращающегося магнитного поля. Таким образом он смог достичь невероятного для той эпохи результата — сконструировать электрический двигатель переменного тока, имевший более высокую эффективность, чем другие двигатели, существовавшие на тот момент.

В автобиографии Никола Тесла подробно останавливается на эпизоде, который произошел холодным февральским днем 1882 года в Будапеште: тогда он, еще будучи инженером-электриком, вышел на прогулку в парк Варошлигет вместе со своим другом Аниталом Сигеты. Солнце клонилось к закату, и будущий великий изобретатель, в голове которого возникали самые амбициозные планы и идеи, смотрел на линию горизонта. Он все еще чувствовал слабость после недавно перенесенной нервной болезни. Врачам не удалось поставить точный диагноз, хотя сегодня, основываясь на последних достижениях науки, мы можем сказать, что симптомы Теслы напоминают расстройство, называемое синестезией, которое заключается в том, что восприятие одного органа чувств смешивается с восприятием другого органа чувств, который в данном случае не должен быть задействован. Иногда это сопровождается сильнейшими зрительными галлюцинациями.

Возможно, в описываемый момент, в парке, у Теслы произошла одна из вспышек его болезни. Сигеты вдруг понял, что идет по парку один, и обернулся. Никола (в то время не оставлявший навязчивой мысли о создании индукционного энергетически эффективного двигателя) стоял как парализованный, с потерянным взглядом. Вдруг он очнулся от транса, принялся искать палку и, схватив ее, стал что-то рисовать на земле. Сигеты, который тоже был инженером, сразу понял, что каракули, в спешке начерченные его другом, — схема магнитного поля, образованного несколькими электрическими токами. Когда он спросил, что это значит, Никола объяснил, что обнаружил решение проблемы создания индукционного двигателя, то есть

двигателя, приводимого в действие переменным током. Его изобретение было значительно более эффективным и простым, чем другие, существовавшие на тот момент в данной области.

В возрасте 26 лет этот молодой серб благодаря своему мощнейшему «больному» интеллекту разработал схему, означавшую радикальную перемену в использовании электричества как источника энергии. Правда, рассказать о простейшем принципе и невероятных возможностях переменного тока перед членами Американского института электроинженеров он смог только через шесть лет. Тогда, 16 мая 1888 года, представляя свой доклад, Тесла использовал по сути ту же схему, которую нарисовал палкой на земле в парке Варошлигет. После доклада он был уверен в своем триумфе и даже не представлял, сколько трудностей ему придется преодолеть в течение жизни вместо того, чтобы пользоваться заслуженной поддержкой и реализовывать свои гениальные идеи.

ГЕНИЙ ПРИХОДИТ В ЭТОТ МИР

Никола Тесла родился в 1856 году, в полночь с 9 на 10 июля. Он появился на свет в доме рядом с православной церковью в деревне Смилян, расположенной на горном хребте Велебит, тянущемся вдоль побережья. Хорватия на тот момент должна была превратиться в приграничную провинцию Австро-Венгерской империи Габсбургов. Отец будущего изобретателя, преподобный Милутин Тесла, служил приходским священником. Семья происходила с запада Сербии и относилась к перемещенному религиозно-этническому меньшинству.

Детство Николы прошло на фоне буколических сельских пейзажей хорватских гор, но надо сказать, что ни место, ни время его рождения не способствовали интеллектуальному развитию мальчика. Безграмотность была всеобщей, и для маленького Нико существовали три дороги: работа в поле, пополнение рядов армии или церковная карьера. При этом в его семье не было земледельцев, а самого преподобного Милутина Теслу в свое время исключили из офицерской академии за плохую дисциплину. В этой ситуации три указанные возможности сводились к одной — служению Богу.

У Нико были старший брат Дане и три сестры. Его мать, Джука Мандич, принадлежала к роду умелых мастеров, которые создавали различные механические приспособления для работы по дому и в сельском хозяйстве. От них она унаследовала талант

и практическую сметку. Джука сама мастерила множество приспособлений для повседневных домашних дел. Например, одним из ее изобретений был автоматический взбиватель яиц. Вспоминая о матери, Никола Тесла всегда с горечью говорил, что при других обстоятельствах она могла бы, несомненно, далеко пойти.

Соединение этих двух разных миров (отца — образованного человека с исключительной памятью, декламировавшего длинные отрывки из классической поэзии — и умелой, своевольной матери) дало Нико большую чуткость мировосприятия и железную силу воли. Возможно, именно под влиянием матери в раннем возрасте он начал задумывать удивительные устройства, такие как безлопастное гидравлическое колесо, предшествовавшее его будущей безлопастной турбине, или двигатель, приводимый в действие жуками. Любопытство мальчика не знало границ. Чего он только ни делал: например, однажды в ветреный день попытался взлететь с крыши хлева, используя зонтик, или не раз принимался разбирать дедовские часы, чтобы потом безуспешно пытаться собрать их.

В воспоминаниях Теслы присутствует и повествование о том, как он в детстве починил новый пожарный насос, обнаружив засор в шланге, выкачивающем воду из реки. До него никто в деревне не обращал на это внимания. Обрадованные соседи носили Николу на плечах, и он был так счастлив, что решил стать инженером, хоть это решение и предвещало в дальнейшем конфликт с отцом.

Когда брату будущего изобретателя, Дане, исполнилось 12 лет, он погиб из-за несчастного случая, связанного с лошадью. Эта трагедия очень травмировала маленького Николу и тревожила его всю оставшуюся жизнь. Некоторые биографы предполагают, что, возможно, Тесла был частично виноват в несчастном случае, испугав лошадь. Как бы то ни было, память о том ужасном происшествии окрасила в черный цвет его детские воспоминания и сильно повлияла на его личность. Как рассказывал сам Никола, его брат был очень умным мальчиком, гордостью родителей, и после его гибели Милутин и Джука сосредоточили все свои чаяния на образовании младшего сына, постоянно занимаясь тренировкой его памяти и дисциплиной. Нико, со своей стороны, постарался возместить им утрату и горечь несбывшихся надежд, поэтому его детство прошло под знаком невероятных усилий и постоянного недовольства собой. Впоследствии он начал отдаваться работе с поистине монашеским аскетизмом, что вкупе с его необыкновенными личностными характеристиками вызвало к жизни различные мании и фобии,

близкие по своей природе к маниакальному неврозу.

Не думаю, что есть какое-либо более сильное ощущение для изобретателя, чем то, когда он видит, что его создания работают. Это ощущение заставляет забыть о еде, о сне — обо всем.

Никола Тесла

Спасением Теслы всегда было живое воображение, вероятно, связанное с его прекрасными способностями к визуализации мыслей. Ему нравилось представлять себе путешествия, в которых он знакомился с самыми разными людьми, он мог создавать у себя в голове целые вселенные. Годы спустя Тесла окажется чрезвычайно ленив в вопросах подготовки набросков и чертежей. Изобретатель заверял всех, что предпочитает совершенствовать модели в уме. То есть он обладал способностью, свойственной незаурядному интеллекту. Отвращение Теслы (имевшего фотографическую память) к планам и схемам вызывало раздражение партнеров и недоверие коллег, а также делало затруднительным процесс получения патентов на изобретения.

Уже в старости Тесла вспоминал, что его проницательный ум впервые столкнулся с явлением электричества холодным зимним вечером, когда их дом оказался засыпан снегом. Он вышел на улицу поиграть и увидел, что ходьба людей по снегу сопровождалась свечением, а бросив снежок в камень, заметил, как возникли искры, похожие на те, которые появлялись, когда его тетка большим ножом колола сахарную голову. Вернувшись домой, пока его мать готовила ужин, Тесла смотрел в окно на заснеженные поля, и его кот Мацак подкрался к нему поближе. Никола увидел, что бок животного светится, а когда погладил кота, засверкали искры. Мать сказала ему бросить играть с Мацаком, если он не хочет устроить пожар, а отец объяснил, что эти искры называются электричеством. Это объяснение очень впечатлило Нико и запомнилось ему на всю жизнь: мальчику еще не приходилось слышать о настолько могущественной невидимой силе, способной вызвать пожар в доме. Позже, когда в комнате стало совсем темно, Никола увидел, что Мацак переступает лапами так, будто движется по мокрой поверхности, а шерсть кота освещается и образует ауру.

С того далекого дня Тесла не переставал думать о силе, вызывающей столь невероятные явления. Как он вспоминал впоследствии, его мучил вопрос: нельзя ли сравнить электричество с огромным котом, прекрасным и беспомощным, но при этом страшно опасным? Способно ли электричество стать

его другом, как Мацак? Мог ли он погладить его и собрать непослушные искры? Маленький Нико настолько увлекся, что начал читать книги по физике, стремясь найти ответ на самый главный вопрос, который вертелся у него в голове: что такое электричество?

ЧТО ТАКОЕ ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

У материи есть особое свойство — электрический заряд. Он может быть двух видов — положительный и отрицательный, — и надо сказать, что разноименные электрические заряды притягиваются с необыкновенной силой, как это происходит внутри атомов. Носителем элементарного положительного заряда является протон, отрицательного заряда — электрон. Электрический заряд вызывает физические явления, в основном связанные с взаимодействием и энергией электронов и проявляющиеся в самых разных формах — термических, механических, световых, а также химических.

Обычно когда мы говорим об электричестве, то имеем в виду свойство материи. Но понятие «электричество» имеет еще два определения: форма энергии, основанная на указанном свойстве, и раздел физики, изучающий электрические явления. В любом из трех своих значений слово «электричество» играет фундаментальную роль для человеческого общества. Современный мир не был бы возможен без него. Тем не менее человечество обходилось без электричества до начала XX века.

Хотя явления, связанные с электричеством, можно наблюдать в природе, люди прошли долгий путь до полного понимания данного свойства материи и возможности контроля над ним, что позволило значительно повысить уровень жизни. Уже греки наблюдали, как один из видов ископаемой смолы приобретает свойство притягивать перья, нитки и пух при натирании его куском кожи. Этот вид смолы мы знаем сегодня как янтарь; греки же называли его электрон. В елизаветинскую эпоху англичанин Уильям Гильберт (1544-1603), исследователь магнетизма, открыл, что трение придает данное свойство и другим материалам. Именно благодаря ему в языке закрепились слова «электричество» и «электрический» — от греческого «электрон».

В 1733 году французский химик Шарль Дюфе (1698-1739) открыл, что два стержня из одного материала — янтаря или стекла — при натирании взаимно отталкиваются. При этом стержни из разных материалов притягиваются (см. рисунок 1).

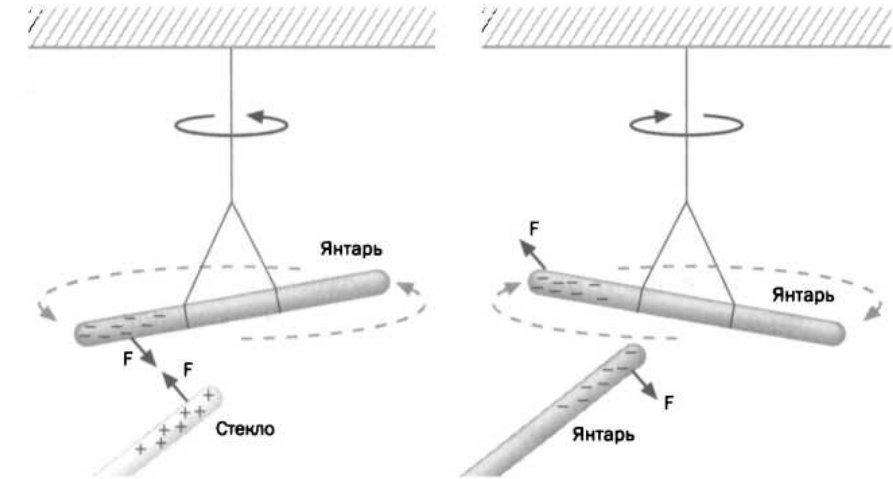


РИС. 1

Поведение стержней Дюфе при натирании. Стержни из одного материала испытывают силу отталкивания (F); если материалы стержней разные, то возникает сила притяжения.

Подобным образом ведут себя и полюса магнита. Если же стержни соприкасаются, взаимодействие прекращается. Поэтому казалось, что существуют два разных вида «электричества».

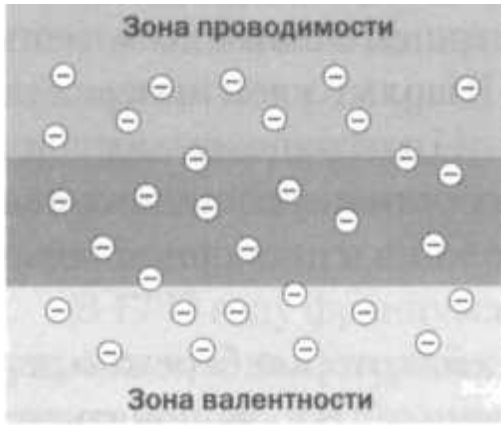
Североамериканский политик, ученый и изобретатель Бенджамин Франклин (1706-1790) первым стал говорить о наличии положительного и отрицательного заряда. Когда он тер стеклянный стержень, «электричество» текло внутрь стержня, «положительно заряжая его», а при трении янтаря «электричество» выходило из него, «заряжая отрицательно». Соприкосновение стержней с противоположными зарядами заставляло перетекать положительный заряд в отрицательный до момента достижения равновесия. В 1785 году Шарль Кулон измерил отношение и величину притягивания и отталкивания зарядов. Закон Кулона утверждает, что сила обратно пропорциональна квадрату разделяющего заряды расстояния и пропорциональна величине зарядов.

Что происходило внутри стержней, которые бережно держали в руках столько знаменитых ученых? Чтобы понять это, нужно было исследовать материю, структуру атома настолько глубоко, насколько мы изучили их сегодня. В несколько упрощенном виде можно сказать, что атом состоит из ядра, в которое включены протоны и нейтроны. В ядре сконцентрирована основная часть массы атома, другую часть массы представляют электроны, вращающиеся по орбитам вокруг ядра. Структура атома является стабильной в большой степени благодаря электромагнитной силе.

Общий заряд протонов положительный, у нейтронов, как следует из их названия, — нейтральный, у электронов — отрицательный. Атом в своем единстве является нейтральным. При этом в некоторых материалах электроны обладают достаточной степенью независимости от ядер и могут перемещаться относительно них.

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРОВОДИМОСТЬ

Кроме проводников и изоляторов, сегодня известен еще один вид материалов — полупроводники. Они могут вести себя как проводники или изоляторы при воздействии определенных обстоятельств, например давления или температуры. Полупроводники чрезвычайно важны для электронных устройств. Согласно знаменитой зонной теории энергетических уровней, орбиты электронов, вращающихся вокруг ядер, называются энергетическими «уровнями» или «слоями». Существуют три зоны уровней: зона валентности, зона проводимости и запрещенная зона. В зоне валентности вращаются электроны, которые атом может отдать в случае их привлечения зоной валентности другого ближайшего атома. В зоне проводимости находятся электроны, которые участвуют в проводимости, то есть могут перемещаться под действием электрического поля. Запрещенная зона разделяет две предыдущие, электронам нужно перескочить через нее для того, чтобы переместиться из одной зоны в другую. Речь идет не о пустом пространстве, а о необходимой энергии для разрыва связей между электронами. Количество энергии, требующееся электрону для того, чтобы перескочить через запрещенную зону, определяет электропроводимость данного материала.



У металлов нет запрещенной зоны, поэтому электроны могут свободно перепрыгивать из зоны валентности в зону проводимости.

Зона проводимости - Пустая зона проводимости.

Запрещенная зона - В изоляторе энергия, требующаяся для перескакивания через зону (Eg), очень высока, электроны не могут ее преодолеть.

Зона валентности - Заполнена электронами, которые не могут пройти через запрещенную зону.

Зона проводимости - Со свободными электронами.

Запрещенная зона - В полупроводнике Eg низкая, атомы могут преодолеть ее при наличии дополнительной энергии, добавляющейся к собственной энергии.

Зона валентности - С дырками.

Перемещение (поток) электронов и называется электрическим током. Большая часть вариантов практического применения электричества связана с потоком электронов, который наблюдали, но не замечали первые исследователи.

После открытия базовых аспектов электричества ученым пришлось приложить много усилий, чтобы исследовать явление более глубоко. Экспериментаторы XVIII века заметили, что электричество свободно проходит через одни тела, такие как металлы (сегодня мы называем их «проводники»), и не может с легкостью пройти через другие, такие как стекло или янтарь, которые сегодня известны как «изоляторы». Возникла мысль об использовании данного свойства для того, чтобы «поймать» и, возможно, хранить электричество. Для достижения этих целей нужно было постепенно накопить большой электрический заряд в проводнике, затем изолировать его стеклом или слоем воздуха, чтобы препятствовать потерям электричества.

Прибором, отвечавшим всем перечисленным требованиям и известным сегодня как конденсатор, стала лейденская банка, которую одновременно и независимо друг от друга создали в 1745 году немецкий профессор Георг фон Клейст (1700-1748) и голландский физик Питер ван Мушенбрук (1692-1761). Сосуд — стеклянную банку — заряжали с помощью металлического стержня, проходящего через пробку; заряд накапливался в стекле. Британец Уильям Уотсон (1715-1787) добавил к этой конструкции в 1747 году еще одну деталь: он предложил оклеивать банку листами олова, что увеличивало заряд (см.

рисунок 2). Благодаря сильному заряду банки восхищенные зрители могли наблюдать целый спектакль с искрами и треском, а при соприкосновении с банкой возникал разряд. Так что же происходило внутри?

РИС. 2
Элементы и устройство лейденской банки.

Лейденская банка объясняет основные электрические явления. Электроны естественным образом стремятся перейти из зоны с высокой плотностью заряда в зоны с меньшей плотностью. Сила, влекущая за собой электроны, или, другими словами, дающая импульс движению зарядов, называется «электродвижущей силой» (ЭДС), или, с позиции энергии, «электрическим потенциалом». Если электрический потенциал возрастет в достаточной степени, электроны займут пространство, разделяющее отрицательный и положительный полюса. Тогда они будут проходить по воздуху, испуская искры и издавая треск. Искры возникают из-за столкновения электронов с молекулами воздуха; звук происходит от расширения воздуха при резком нагревании. Разность потенциалов между двумя точками проводника определяется с помощью физической величины, называемой электрическим напряжением; прибор для измерения

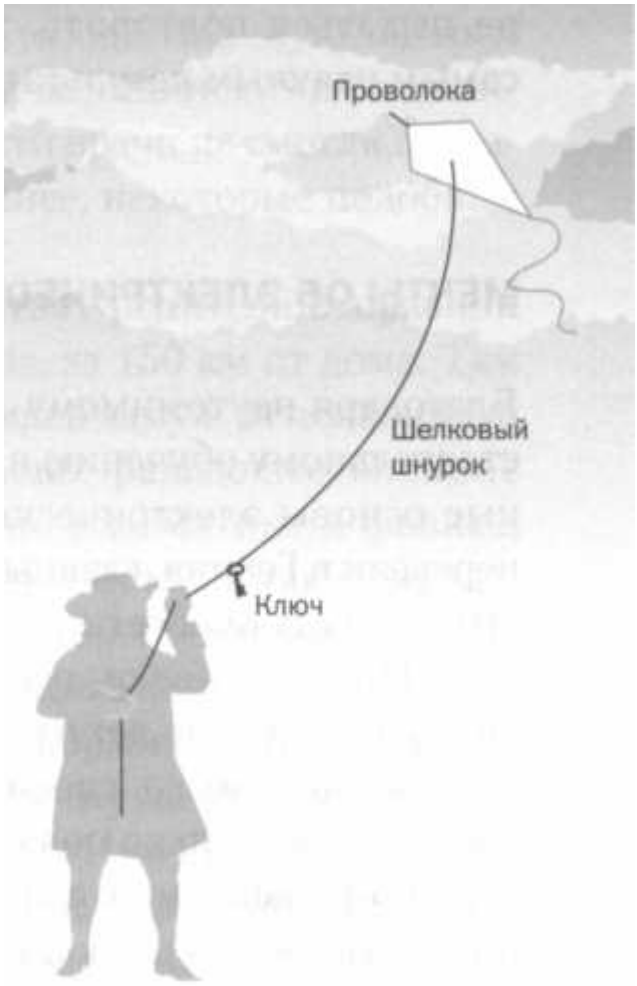
напряжения — вольтметр.

В XVIII веке, поражаясь искрам и треску, производимым лейденской банкой, немало ученых должны были задуматься, не являются ли гром и молнии явлениями того же типа. Определенно именно этот вопрос привел Бенджамина Франклина к знаменитому опыту с воздушным змеем, который лучше не пытаться повторить, так как, по словам самого ученого, самым удачным результатом было то, что ему удалось выжить.

ГРОМООТВОД ФРАНКЛИНА

Во время грозы знаменитый изобретатель Бенджамин Франклин (известный также тем, что стал одним из отцов-основателей США) запустил воздушного змея с проволокой на конце, привязав к нему шелковую нить, — внизу на нити был металлический ключ.

Когда он приближал руку к ключу, от ключа летели искры; это доказывало, что электричество проходит по нити. С помощью такой процедуры он заряжал лейденские банки. Испытывая тот же детский восторг, с каким столетие спустя маленький сербский мальчик Никола Тесла наблюдал статическое электричество на снегу и на шерсти кота, Бенджамин Франклин открыл, что молния и гром являются эффектами от некоего подобия космической лейденской банки, в которой электрически заряженные грозовые облака — один из полюсов, а земля — другой. Так совершился решительный шаг на пути к пониманию электрических явлений, хотя путь этот будет еще долгим.



МЕЧТЫ ОБ ЭЛЕКТРИЧЕСТВЕ

Благодаря неутомимому любопытству и способности к самостоятельному обучению в шесть лет Нико уже знал примитивные основы электрических явлений. Как раз тогда его отца перевели в Госпич, главный город провинции, и вся семья перебралась туда вместе с ним. В школе в Госпиче таланты и интеллект Нико расцвели, особенно его отличали по математике. Поступив в десять лет в реальную гимназию, он смог позволить себе не сдерживать своей природной склонности к физике — благодаря не только поддержке преподавателей, но и наличию хорошо оснащенной лаборатории. (Позже в мемуарах Тесла

писал, что мечты об экзотических приключениях были забыты ради таких необыкновенных понятий, как энергия, сила природы, ветер, солнце, вода...) Прочитав про Ниагарский водопад, Нико представил своей семье проект турбины, которая позволила бы воспользоваться природной мощью воды; он утверждал также, что однажды поедет строить эту турбину в Америку. Вряд ли мальчик тогда мог представить, что через 30 лет его «американская мечта» сбудется.

В детстве Нико часто болел. А в дни школьных каникул он тосковал по учебе и с жадностью проглатывал попадавшиеся ему книги вместо того, чтобы дать своему разуму отдохнуть. У него началось странное расстройство зрения: в моменты сильного напряжения или эйфории его посещали видения. Тесла говорил, что видит вспышки, световые контуры и фантастические объекты, при этом видения для него становились частью реального мира. Возможно, гиперчувствительность болезненного мальчика и повышенная мозговая активность, длившаяся до поздней ночи, — одно из объяснений данных эпизодов.

Видения и образы еще долго преследовали его: Никола часто пытался записать то, что видел, но эти записи носят довольно путаный характер, и им сложно дать однозначную оценку.

Также мы не обладаем достоверными медицинскими сведениями, потому что лечившие его в юности врачи не смогли поставить диагноз. Как уже замечалось ранее, некоторые подобные симптомы свойственны синестезии.

Для продолжения учебы в 1870 году родители отправили Теслу в реальное училище Карловаца, за 150 км от дома. Там он жил в доме одной из теток, вышедшей замуж за полковника Бранковича. Учился Тесла прекрасно: решающее влияние на мальчика оказал преподаватель по математике и физике, открыв для него чудесный мир электричества, а также продемонстрировав собственные изобретения. Блестящий ученик Нико закончил четырехлетний курс всего за три года. По его собственным воспоминаниям, тетка кормила его «как канарейку», а когда полковник предлагал ему какое-нибудь изысканное сочное блюдо, она укоряла его: «Нико такой хрупкий». Действительно, Тесла неоднократно болел малярией и не отличался крепким здоровьем. Однако в Карловаце, вдали от родительского влияния, мальчик впервые осознал, что сможет быть счастливым, если получит возможность заниматься экспериментами. Чтобы добиться своего, требовалось заставить отца переменить свою точку зрения.

Эта идея пришла мне в голову как вспышка молнии,

истина раскрылась передо мной в одно мгновение.
Никола Тесла

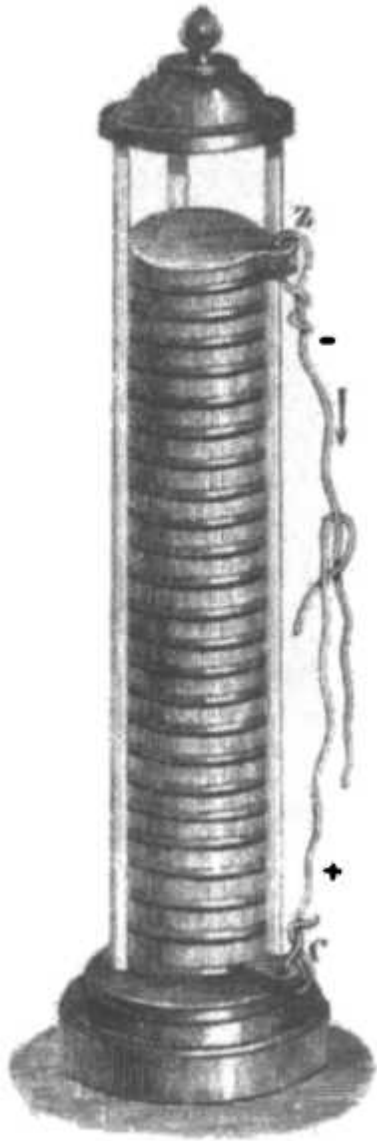
Парадоксально, но союзником на пути к достижению цели стала его болезнь. Вопреки предупреждениям семьи, Нико вернулся домой в разгар эпидемии холеры, бушевавшей в тех местах, и заразился. Он не вставал с постели в течение долгих девяти месяцев, и все это время врачи боялись за его жизнь. Сломленные горем родители постоянно находились рядом.

Тесла воспользовался этой ситуацией и вырвал у них обещание: если он переживет болезнь, то ему позволят учиться инженерному делу. «Если ты поправишься, обещаю отправить тебя в самую лучшую в мире техническую школу», — ответил отец.

Но все было не так просто. В 1874 году, едва оправившись, Никола был призван в армию, и служить он должен был три года. Если в чем-то и совпадали взгляды отца и сына, так это в неприязни к армии. Милутин отправил его пожить в горы в Томингай, постаравшись предпринять все возможное, чтобы Николу освободили от службы по состоянию здоровья. Следуя наставлениям отца, Тесла посвятил свое изгнание, проходившее на фоне буколических пейзажей, физическим тренировкам. Кроме того, в это время у него родились новые идеи. Они представлялись совершенно невозможными, но в них улавливалась некая интуитивная догадка. Никола придумал туннель под Атлантикой для почтовой связи Америки и Европы, и даже более того — гигантское кольцо по экватору Земли, которое должно было вращаться со скоростью нашей планеты и превратиться в гигантскую цепь коммуникационных станций. В таком виде эта идея напоминает современные геостационарные спутники, однако проект Теслы был еще более масштабным: если бы к кольцу была приложена сила, имеющая противоположный знак по отношению к вращению планеты, кольцо было бы зафиксировано, что позволило бы совершать быстрые перемещения. По расчетам юного изобретателя, с помощью такой системы возможно осуществить кругосветное путешествие всего за один день. Кипучее воображение Теслы нельзя было назвать его хорошим союзником.

Спустя несколько месяцев, уже в 1875 году, благодаря стипендии пограничной военной службы Никола Тесла поступил в Технический университет Граца. Ему исполнилось 19 лет, и он оказался за 360 километров от родительского дома: Тесла уезжал все дальше, это было предвосхищением его будущих путешествий. Наконец-то он начал заниматься инженерным

делом, получил возможность понять все секреты электричества, прочесть книги великих ученых и исследователей — от Гальвани до Максвелла, не забывая, конечно, о Фарадее. Никола жаждал глубоко изучить не только теорию, но и практическое применение электричества, разобрав собственными руками устройства, занимавшие его деятельный ум: электромагниты, динамо-машины, двигатели...



Батарейка Вольты (Вольтов столб).

Соединение двух разных металлов вызывает поток электронов, перемещающихся между блоками через картон или сукно, смоченные в электролите.

ОТ СТАТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА К ЭЛЕКТРИЧЕСКОМУ ТОКУ

Пионеры, посвятившие себя мистическому явлению под названием «электричество», начали его изу-чение со статических проявлений. Однако история электричества была «запущена» еще в 1791 году, когда анатом Луиджи Гальвани (1737-1798) занимался вскрытием лягушки. Итальянец заметил, что мышцы лапок лягушки сокращаются, если к ним одновременно подносить два разных металла, будто их приводит в движение лейденская банка. Гальвани решил, что в мускулах должно содержаться в каком-то виде «электричество», проявляющее свои свойства при контакте с металлом.

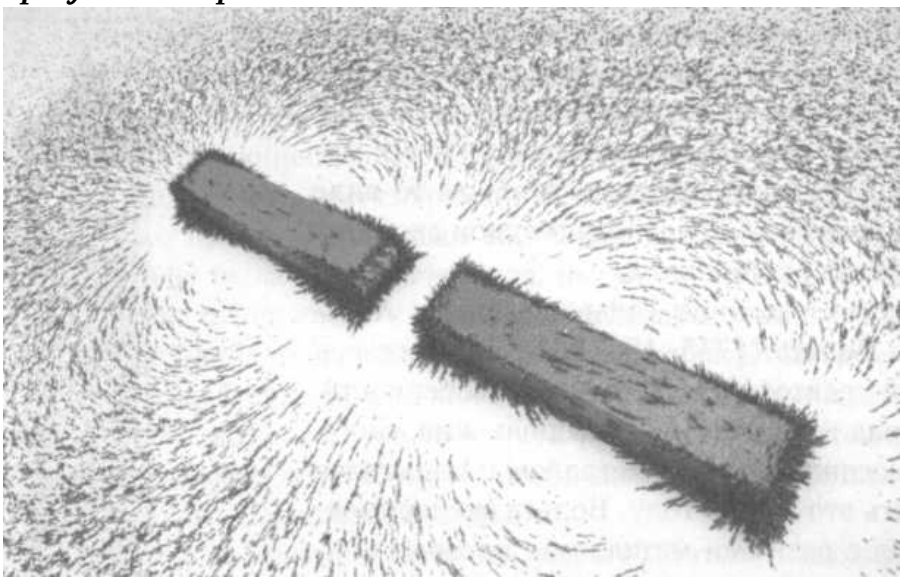
Соотечественник Гальвани, физик Алессандро Вольта (1745-1827), не был согласен с такой трактовкой, пребывая в уверенности, что заряд возникает не в мышцах животного, а при соединении двух металлов, и попытался доказать это в 1800 году. Вольта экспериментировал с разными металлами, которые контактировали у него без мышечных волокон, посредством растворов. Он помещал металлы в сосуды с водой, где была высокая концентрация соли, и складывал их один на другой.

Чтобы жидкость не проливалась, он заполнял сосуды чередующимися дисками из меди и цинка, между которыми помещал прокладки из картона или сукна, пропитанные электролитом. Вольта обнаружил, что эти сосуды дают постоянный ток, в отличие от лейденской банки, где заряд накапливается и происходит мгновенная разрядка. Батареи Вольты, как их назвали в честь изобретателя, стали первым устройством в истории для получения электрической энергии. Напряжение батареи измеряется в вольтах (тоже в честь изобретателя).

МАГНИТНОЕ ПОЛЕ

Понятие магнитного поля — одно из основных в физике. Оно возникло в силу необходимости объяснить взаимодействие на расстоянии между телами. Вначале его определяли как пространство, в котором распространяются потенциальные силы, проявляющие себя при особых

обстоятельствах. Фарадей предложил эту идею для объяснения действия магнита. Наблюдая за мгновенным распределением железных опилок, рассыпанных вокруг магнита, он подумал, что в пространстве должны существовать невидимые силы, готовые проявиться. После этого данная идея стала применяться ко всем дистанционно действующим силам: Земля образует вокруг себя гравитационное и магнитное поля, электрический заряд образует электрическое поле и так далее.



В середине XIX века английский изобретатель-самоучка Майкл Фарадей (1791-1867) сделал решительный шаг к пониманию электрических явлений. На основе экспериментальных данных, без опоры на математику, он связал электричество с магнетизмом — прежде данные явления изучались отдельно. Фарадей открыл электромагнитную индукцию, позволившую создать генераторы и электрические двигатели, а также законы электролиза. В результате его считают отцом электромагнетизма и электрохимии.

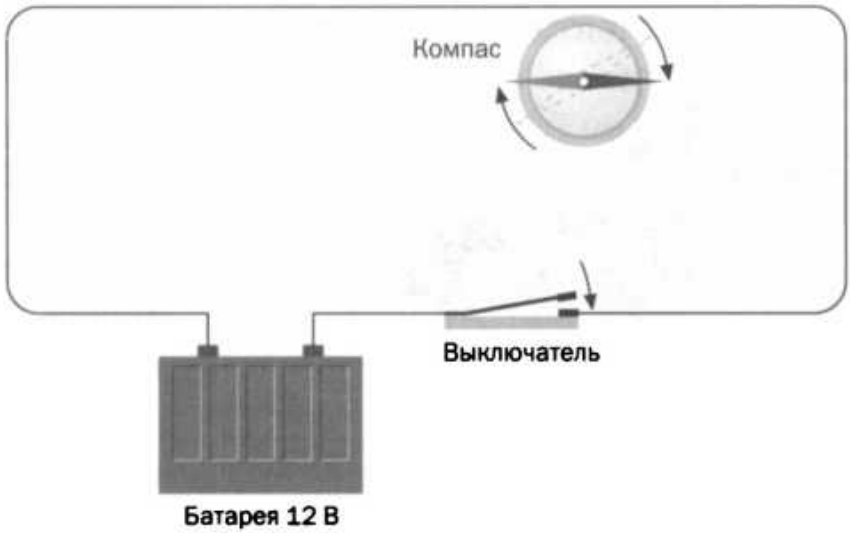


РИС. 3

Эффект Эрстеда, согласно которому при прохождении тока по проводнику рядом с компасом стрелка компаса отклоняется в направлении проводника. Фарадей и Ампер частично основывали свои работы на открытии датского ученого, установившего связь электричества и магнетизма.

Фарадей изучил старый опыт, который до сих пор показывают на уроках физики: если рассыпать железные опилки на бумаге, расположенной над магнитом, то они образуют кривые линии, соединяющие полюсы магнита. Фарадей заявил, что эти силовые магнетические линии — визуальный образ магнитного поля. С другой стороны, Фарадей знал об открытом датским ученым свойстве, которое устанавливало несомненную связь электричества и магнетизма. В 1811 году Ханс Кристиан Эрстед (1777-1851) увидел, что при расположении компаса возле провода, по которому пропускается электрический ток, стрелка отклоняется, занимая перпендикулярное положение к проводу (см. рисунок 3). Фарадей догадался, что электрический ток тоже может образовывать магнитные силовые линии вокруг провода.

Эти догадки смог подтвердить Андре-Мари Ампер (1775—1836), продолживший исследования Эрстеда. В своих опытах Ампер увидел, что провод, по которому течет электрический ток, ведет себя как магнит: два параллельных провода, по которым ток проходит в одном направлении, взаимно притягиваются, а когда направление тока противоположное, провода взаимно отталкиваются. Французский ученый открыл, что провод, намотанный на катушку, при прохождении по нему

электрического тока подобен магниту. Именно он впервые использовал понятие «электромагнетизм».

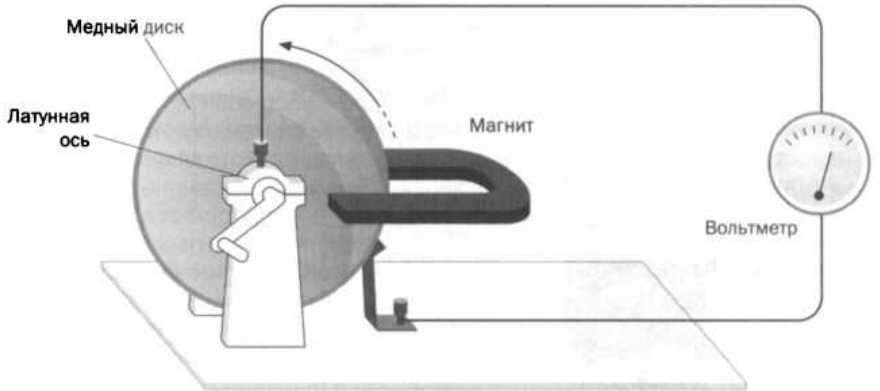


РИС. 4

В динамо-машине Фарадея кинетическая энергия движения вращающегося медного диска превращается в электричество, так как диск пересекает силовые линии магнита, индуцируя электрический ток.

Таким образом, базовым принципом электромагнетизма является следующее: когда два электрических заряда находятся в движении, между ними возникает магнитная сила (кроме электростатической силы, которая, согласно закону Кулона, имеется между двумя зарядами в состоянии покоя). Все проявления магнитных феноменов могут быть объяснены силой, возникающей между движущимися зарядами.

После этого Фарадей задался вопросом: а может ли все быть наоборот? Способен ли магнит вызывать электрический ток такой же, как от батарейки? Он поставил 29 августа 1831 года решающий эксперимент: ученый вращал намотанный на катушку провод вокруг магнитного сердечника и действительно добился возникновения электрического тока (см. рисунок 4). Исследуя данный феномен, он понял, что ток появляется из-за пересечения проводом магнитных силовых линий. Так он открыл принцип электрической индукции: переменное магнитное поле индуцирует электродвижущую силу. Закон Фарадея гласит, что величина ЭДС пропорциональна скорости изменения магнитного потока. Кроме того, Фарадею удалось создать первый электрический генератор, или динамо-машину (от греческого dinamis — «сила»), в которой электричество возникало от механического движения.

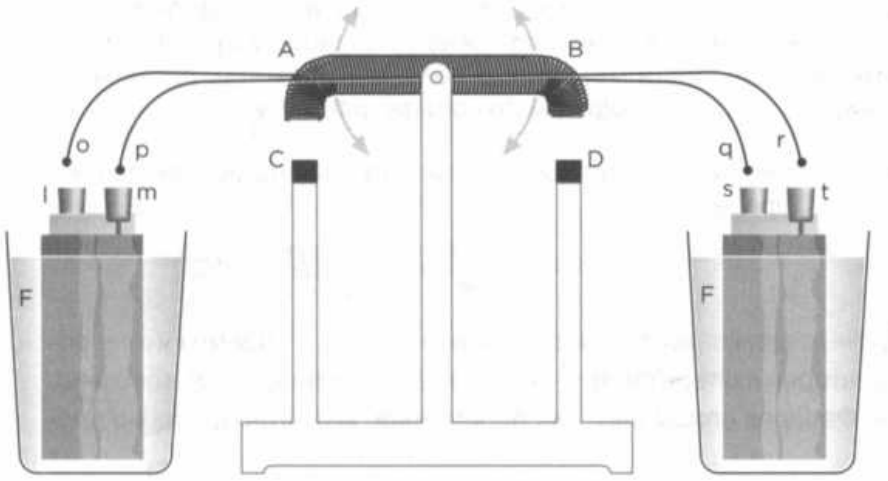


РИС. 5

Вертикальные магниты (C и D) притягивают горизонтальные (A и B), обмотанные медной проволокой. Движение толкает металлические зонды (o-p и q-r) к латунным наконечникам (1-m и s-t) наполненным ртутью и прикрепленным к цинковой и медной пластинам, погруженным в раствор кислоты (F). Ток проходит по обмотке горизонтального электромагнита, заставляя его качаться, притягиваясь поочередно то к C, то к D.

В то же время по другую сторону Атлантики американец Джозеф Генри (1797-1878), также самоучка, независимо и параллельно с Фарадеем открыл электрическую индукцию, следуя шаг за шагом за датчанином Эрстедом. Генри был идеалистом и считал, что должен разделить свои знания со всем миром, что привело его к потере патента на телеграф, который удалось зарегистрировать Сэмюэлю Морзе (1791-1872). В 1831 году, когда Фарадей создавал первый электрогенератор, Генри завершал свои опыты с электромагнитами и разработал устройство, дополняющее то, что придумал его английский коллега: Генри использовал электрический ток с целью заставить поворачиваться колесо. Он изобрел электрический двигатель (см. рисунок 5). Если в динамо-машине ротор — вращающаяся часть устройства — преобразует механическое движение в электричество, то в двигателе ротор трансформирует электричество в механическое движение.

УРАВНЕНИЯ МАКСВЕЛЛА

Джеймс Клерк Максвелл внес значительный вклад в науку,

но его главным достижением было описание посредством системы четырех уравнений свойств электромагнитного поля и его взаимодействия стелами, имеющими электрический заряд. Впоследствии было установлено, что уравнения Максвелла — лишь приближение уравнений, составляющих фундаментальные основы квантовой электродинамики. В большинстве случаев расхождения между квантовой электродинамикой и уравнениями Максвелла слишком малы для того, чтобы измерить их, и неактуальны. Но в случаях, когда свет ведет себя как частица, или для очень интенсивных полей они становятся важны. В дифференциальном виде уравнения Максвелла для макроскопического мира выглядят следующим образом.

— Закон Гаусса:

$$\nabla \cdot \vec{D} = \rho_f,$$

где →D — электрическая индукция, ρ — плотность электрического заряда в вакууме (перевернутая Δ — дифференциальный оператор). Этот закон описывает электрическое поле, создаваемое зарядом. Электрический заряд создает электрическое поле. Ток электрического поля в закрытом контуре пропорционален заряду контура. На рисунке 1 показано электрическое поле, создаваемое одним зарядом.

— Закон Гаусса для магнитного поля:

$$\nabla \cdot \vec{B} = 0,$$

где →B — магнитная индукция. Данный закон описывает магнитное поле, создаваемое магнитом. В отличие от электрического поля, не существует понятия «магнитного заряда» и монополярного магнита; магнитное поле возникаете биполярной конфигурацией. Это объясняет, почему силовые линии магнитного поля замкнуты (см. рисунок 2), и магнитный поток, проходящий по контуру, равен нулю.

— Закон Максвелла-Фарадея (сформулированный на основе закона индукции Фарадея):

$$\nabla \times \vec{E} = -\frac{\partial B}{\partial t},$$

где →E — напряженность электрического поля, t — время (перевернутая Δ x — ротор, векторный оператор и ∂/∂t — частная производная от времени). Закон Фарадея описывает, как переменное магнитное поле во времени индуцирует электрическое поле. Это явление применяется для генерирования электричества (см. рисунок 3): при вращении магнита создается электрический ток в ближайшем

проводнике.

— Закон Ампера (исправленный Максвеллом):

$$\nabla \times \vec{H} = J_f + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t},$$

где →H — напряженность магнитного поля, а J — плотность электрического тока. В первоначальном законе Ампера описывается, как электрический ток может вызывать появление магнитного поля (см. рисунок 4). Кроме того, магнитные поля могут возникать от переменных электрических полей. Это второе явление, имеющее огромную важность, и есть дополнение Максвелла к закону Ампера. Так Максвелл дал объяснение распространению электромагнитных волн и установил фундаментальную связь между оптикой и электромагнетизмом, осознав, что обе дисциплины изучают виды электромагнитного излучения, такие как радиоволны, рентгеновские лучи, видимый свет и тому подобное.

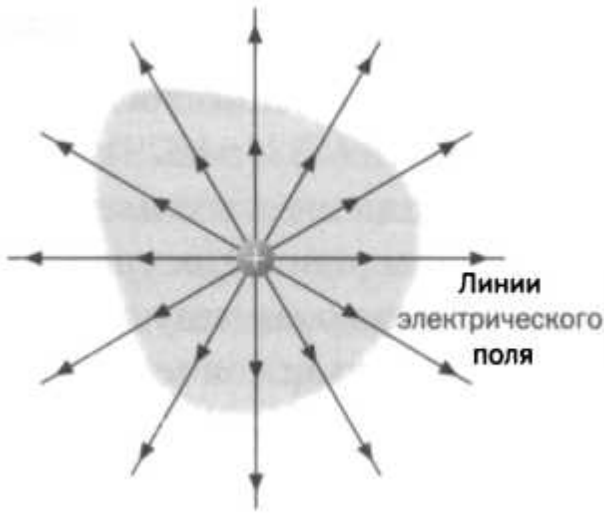


РИС. 1

РИС. 2

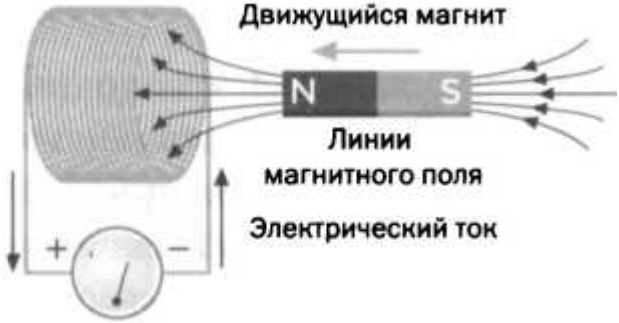


РИС.3

РИС. 4

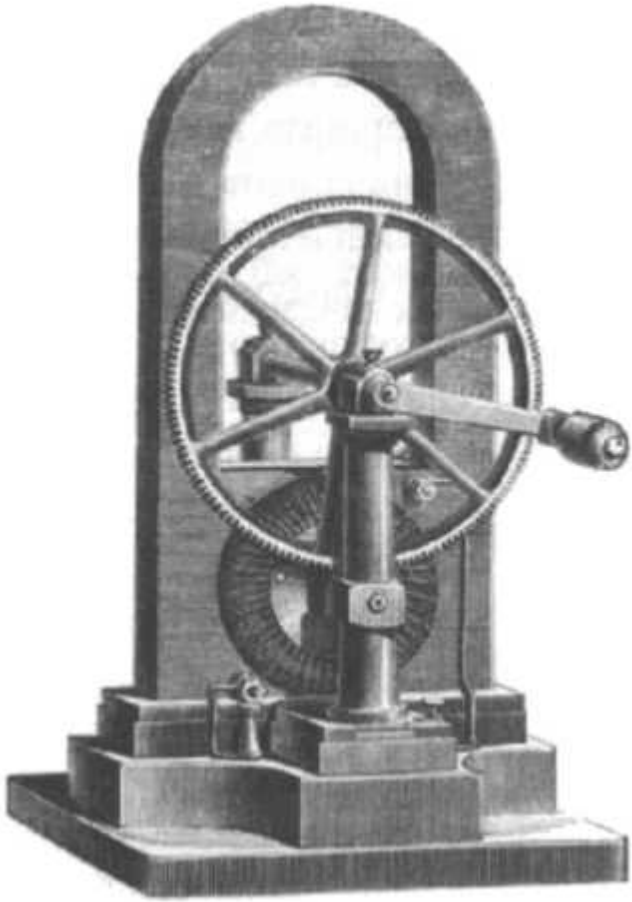
Двигатель Генри можно было перевозить с достаточной легкостью из-за компактного размера; кроме того, он мог работать с большей скоростью, чем паровая машина Джеймса Ватта (1736-1819). Последней, прежде чем начать работать, требовалось достаточно много времени для создания необходимого давления пара. С другой стороны, двигатель Генри создавал очевидную проблему: электричество для него должно было поступать с генераторной станции. Вопрос снабжения, то есть доставки энергии удобным способом, стал новым вызовом для исследователей электричества.

Таким образом, электричество не выходило на сцену во время первого этапа промышленной революции, но сыграло главную роль во втором этапе. Фарадей не смог математически изложить свои теории о силовых линиях, поэтому его не могли понять до середины 1870-х годов — именно тогда шотландский физик Джеймс Клерк Максвелл (1831-1879) представил их в математическом виде. Максвелл свел все электрические и магнитные явления к четырем уравнениям, осуществив

важнейшую в истории физики операцию по синтезу данных.

НИКОЛА ТЕСЛА, ИГРОК

Джеймс Клерк Максвелл опубликовал свои уравнения в 1873 году. В то время молодой Никола Тесла боролся с холерой за свою жизнь. Два года спустя, когда он приехал в Грац, работа шотландского ученого «Трактат об электричестве и магнетизме» еще считалась достаточно свежей, но ее важность уже не так сильно ощущалась. В университете Никола с большим энтузиазмом читал объяснения Максвелла, хотя в это время и был погружен в лихорадочную гонку за знаниями. Полученная им стипендия покрывала только первый год обучения. Зная об этом, Тесла не отрывался от книг и практически не спал — чтобы сдать два курса за один год. На первом курсе он не пропустил ни одного занятия, получил высшие оценки, основал клуб сербской культуры, добавил к своим занятиям физикой и математикой инженерную механику.



Динамо-машина, разработанная Зенобом Граммом: первый электрический генератор для промышленного применения.

На уроках по теоретической и экспериментальной физике Никола исследовал динамомашину, разработанную бельгийским инженером Зенобом Граммом (1826-1901), — первый электрический генератор для промышленного применения, который можно было также использовать как двигатель. Первые динамо-машины, приводимые в действие вручную, вызывали перепады напряжения и неизбежный переменный ток. Но постепенно они эволюционировали: появлялись новые элементы, среди которых — устройство для превращения тока в постоянный. Испытав машину Грамма на занятии, Тесла заметил, что от преобразователя переменного тока в постоянный летят искры, и однажды он даже взорвался. Преподаватель объяснил, что такое неизбежно у данных устройств. Проблемы можно было уменьшить, но использование подобных приспособлений не позволяло окончательно их устранить. Приборы используют

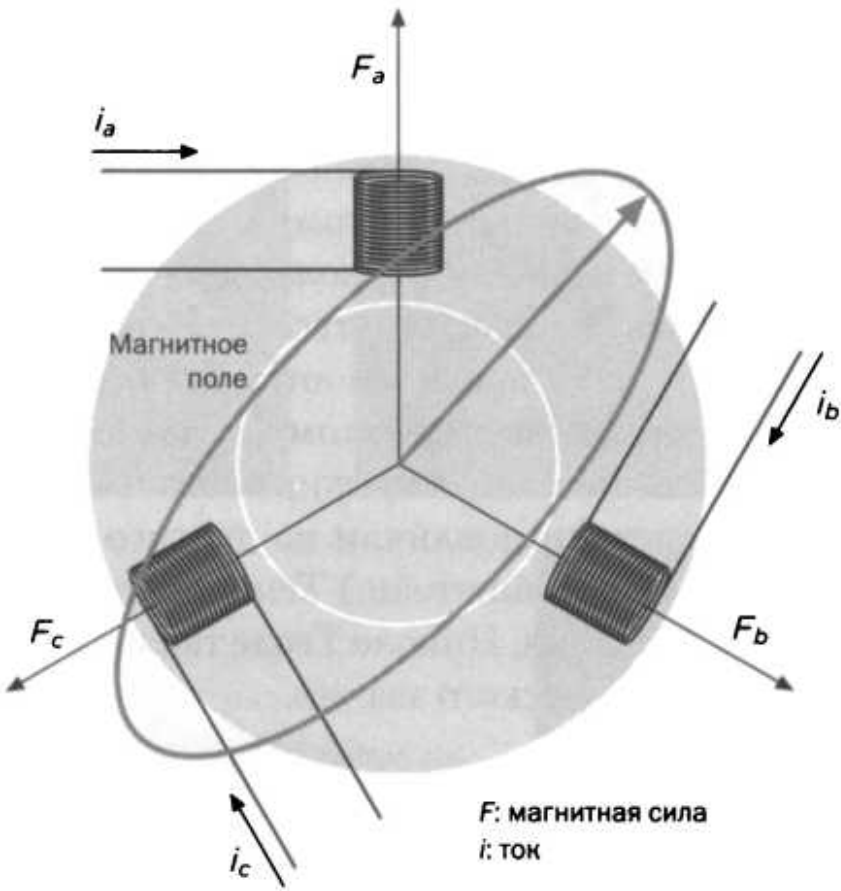
постоянный ток, а динамо-машина вырабатывает ток переменный, поэтому преобразователь — неотъемлемая часть устройства. Тесла заявил: это происходит потому, что его действие ограничено используемым током, и работа устройства была бы более эффективной, если бы можно было использовать переменный ток. Согласно большей части биографических исследований, преподаватель ответил, что такую идею мог породить только фантазер: «Господин Тесла, безусловно, сможет совершить великие деяния, но осуществить именно это у него не получится». С тех пор в голове у Теслы поселилась навязчивая идея доказать, что его преподаватель ошибался.

Следующий курс обучения уже не был столь идиллическим. В конце второго года стало понятно, что скудного жалованья священника Милутина Теслы не хватит, чтобы оплатить образование сына. Никола начал играть сначала в шахматы, затем в бильярд, а потом в карты, раскрыв в себе — к собственному удивлению — хорошие способности к игре. В конце третьего года он перестал посещать занятия, а на следующий год оставил учебу. Это было началом периода в его жизни, о котором ему не нравилось вспоминать. Наиболее романтически настроенные биографы Теслы пишут, что он стал игроком, стремясь найти средства к существованию; другие, напротив, указывают на тот факт, что его исключили из университета за распутное поведение, что вызвало гнев отца, вероятно позабывшего о собственном исключении из военной академии за нарушение дисциплины. Сам Тесла признавался Джону О'Ниллу (автору книги Prodigal genius («Блудный гений») и единственному биографу, который был с ним знаком при жизни), что начал играть, желая расслабиться и смягчить давление от той кипучей деятельности, которую он сам себе навязывал.

Как бы то ни было, Никола отдалился от семьи — возможно, из-за стыда. Он перебрался в город Марибор в Словении, где нашел свою первую работу инженером на одном предприятии, а в свободное время продолжал играть в карты и шахматы в местной таверне. Милутин отправился на поиски сына и умолял его вернуться домой, но Никола отказался. Однако довольно скоро словенская полиция депортировала его из-за отсутствия вида на жительство, и Николе пришлось вернуться. Не прошло и месяца, как из-за скоротечной болезни в возрасте 60 лет умер его отец. Неожиданный удар положил конец юношеским метаниям Николы, он бросил игру, а вместе с ней табак, кофе и даже чай, без каких-либо уступок и оговорок (что было ему свойственно).

ВРАЩАЮЩЕЕСЯ МАГНИТНОЕ ПОЛЕ

Для того чтобы объяснить свою идею вращающегося магнитного поля неспециализированной публике, Тесла часто прибегал к аналогии в гидравлике, а именно к движению лопастей мельничного колеса под действием текущей воды: в данном примере эквивалентом воды был электрический ток. Так в его автобиографии появилась глава «Мои изобретения» (1919).



Вращающееся магнитное поле основано на последовательном действии нескольких катушек. Для трехфазного вращающегося магнитного поля (см. рисунок) необходимо расположить три катушки под углом 120° друг к другу. К каждой из них подводится переменный ток со сдвигом по фазе соответственно смещению катушек. Каждая катушка образует в пространстве статическое магнитное поле. Амплитуда этого поля направлена на магнитную ось катушки и изменяется стечением времени по синусоиде. Комбинация

пульсирующих полей, производимых тремя токами с разной фазой по времени, циркулирующих по трем катушкам с разной фазой в пространстве, переходит в магнитное поле, распространяющееся в пространстве по синусоиде и вращающееся со скоростью изменения токов во времени.

После смерти отца Никола получил место преподавателя в школе в Госпиче, где учился сам. Эту работу помог ему найти бывший одноклассник, сам теперь преподававший в школе. Тесле нравилось прививать юношам любовь к науке, но он чувствовал, что не сможет долго оставаться в таком качестве. И тогда ему помогли его дяди, Петар и Павел: они дали племяннику денег, чтобы он продолжил свою учебу в Праге.

Никола прибыл в Пражский университет в январе 1880 года, посередине курса, слишком поздно, чтобы быть зачисленным. Однако даже если бы Тесла приехал вовремя, его все равно не приняли бы, потому что он не изучал греческий и не говорил на чешском. Никола начал посещать занятия как вольный слушатель и заниматься в университетской библиотеке. Бывая в Cafe Popular, он лично познакомился с австрийским физиком Эрнстом Махом (1838-1916) и увлекся его работами. (Важнейшие открытия Маха в области термодинамики впоследствии повлияли на другого молодого студента по имени Альберт Эйнштейн.) Тем не менее, несмотря на прикладываемые усилия, Николе Тесле так и не удалось получить никакого академического звания.

ТЕСЛА ИНЖЕНЕР: РАЗОЧАРОВАНИЯ И НАДЕЖДЫ

В 1881 году провидение вновь послало изобретателю помощь в лице его дяди Павла. Тот нашел работу племяннику в Телефонной службе Будапешта — компании, которая занималась установкой первой венгерской телефонной сети. Никола поступил на работу как начальник электриков и подчинялся пионеру телефонной связи Тивадару Пушкашу (1844-1893). Наконец Тесла занимался тем, о чем так долго мечтал, — изобретательством. Он начал совершенствовать имевшееся оборудование, изобрел усилитель голоса, который и не думал патентовать, хотя многие считают это изобретение первым громкоговорителем. В его голове возникали все новые идеи.

Отец Николы, Милутин Тесла, приходской священник в хорватской деревне Смилян.

Мать, Джука Мандич, обладавшая острым умом и имевшая большое влияние на формирование будущего изобретателя.

Дом, где родился Тесла. Сегодня — музей.

Тесла в 1879 году.

В ту эпоху Тесла пережил один из своих кризисов, во время которых сильные шумы и свет вызывали у него особые психосоматические явления, уже описанные нами ранее. Врачи смотрели на него озадаченно, и помощи от них было немного. Только участие доброго друга помогло ему восстановить здоровье. Коллега Теслы, механик Анитал Сигеты, увлекавшийся спортом, смог заставить его тоже заняться физическими упражнениями. Именно тогда в феврале 1882 года, во время оздоровительной прогулки по Варошлигету в сопровождении Анитала, Тесла в уме разрешил проблему двигателя переменного тока с помощью вращающегося магнитного поля.

Никола в течение нескольких беспокойных лет вынашивал эту идею, совершенствуя ее до тех пор, пока она не обрела достаточную ясность для представления ее публике и получения патента. В то же время он продолжал работать в Будапеште, а в

свободные часы разрабатывал разные виды двигателей и механизмов на переменном токе. Тесла хотел сам создать интегральную систему для распределения и превращения электричества в механическую энергию. Постоянному току нужны были генераторы через каждые несколько километров, что делало их чрезвычайно дорогими. Система Теслы позволила бы получить более высокое напряжение, а также привести электричество в любую точку планеты. Это было окно в новый мир, но у него не существовало ни малейшей надежды на финансовую поддержку для создания прототипов.

Тесла и Сигеты устроились работать в Континентальную компанию Эдисона, в европейский филиал предприятия, основанного великим американским изобретателем, который только что открыл отделение в Париже. Оба друга с большой радостью перебрались в одну из самых космополитичных столиц планеты, в этот вечно бурлящий город. Тесла был уверен, что смог убедить руководителей компании в неоспоримом преимуществе использования переменного тока. Однако вскоре он понял, что Эдисон был против идеи переменного тока. Тем не менее Тесле пришлось на какое-то время ограничить свои амбиции и заниматься предложенной работой.

В эти годы Никола Тесла трудился под начальством английского инженера Чарльза Бэчлора, близкого друга Эдисона и одного из его ранних сотрудников в лаборатории, открытой несколько лет назад в Ньюарке, Нью-Джерси. Вместе с Бэчлором Тесла работал над значительными проектами, например над системой освещения в Парижской опере, и превратился в доверенного сотрудника, разрешавшего все чрезвычайные ситуации на разных объектах, которыми занимались французские и немецкие отделения компании. В это же время Тесла воспользовался материалами, находившимися в его распоряжении, и сделал первый прототип своего двигателя. Ободренный успехом, он представил план улучшений динамо-машин Эдисона, и данный план был принят. Тесла ожидал заслуженного вознаграждения, но вместо этого его отправили в Страсбург с деликатной миссией. Там во время запуска электростанции, которая должна была служить для освещения немецкой железной дороги, из-за короткого замыкания произошел взрыв и обрушился кусок стены, все это — в присутствии престарелого императора Вильгельма I. Немецкое правительство отзывало заказ, и компания терпела огромные убытки. Как указывается во всех биографиях Теслы, руководство пообещало ему значительное вознаграждение за усовершенствование динамо-машин той станции.

Тесла решил все технические проблемы и, кроме того, благодаря своему беглому немецкому языку получил поддержку местного мэра для поиска инвесторов, заинтересованных в его двигателе. Богатые местные предприниматели присутствовали на демонстрации, но не поняли всех возможностей изобретения. Все, что получил Тесла, — несколько бутылок прекрасного вина. Однако он подумал, что, возможно, у него самого получится собрать необходимые средства для проекта, так как в Париже изобретатель ждал обещанного вознаграждения.

После его возвращения руководство всячески уходило от разговора о вознаграждении до тех пор, пока Тесла не понял, что его обманули и он не получит решительно ничего. Тогда Никола подал в отставку. Чарльз Бэчлор, с первого момента осознавший его гениальность, посоветовал ему поискать счастья в Америке и даже приготовил ему рекомендательное письмо. Для Николы Теслы это был драматичный момент, но наступил он вполне вовремя. Тесла продал все, что у него было, заказал билеты на деньги, взятые в долг у родственников, и собрал чемоданы.

Как и многие обстоятельства в его жизни, это путешествие Теслы к будущему было наполнено странными и неожиданными событиями. Джон О'Нилл в книге Prodigal genius пишет, что на вокзале, за несколько секунд до отправления, у него украли багаж вместе с билетом на поезд и на трансатлантический рейс. Ввиду возможной перспективы не успеть на пересадку Тесла бросился на поезд с тем, что у него было. К счастью, сумма, которую он смог набрать у себя в карманах, оказалась достаточной для оплаты билета на поезд. Так Тесла добрался до порта, и там ему даже удалось отплыть к американским землям. Изобретателю разрешили сесть на корабль, так как он объяснил ситуацию и показал документы, а на момент отплытия никто не занял его место. Длительное плавание оказалось для него неудобным, учитывая, что у Теслы совсем не было сменной одежды. Кроме того, посередине Атлантики на корабле поднялся бунт, и его чуть не выкинули за борт.

В возрасте 28 лет, 6 июня 1884 года, Никола Тесла сошел с корабля «Сатурния» и направился по скользкому и грязному пирсу в сторону иммиграционной службы Кастл Гарден. Он был на Манхэттене. За два года до того, как Франция подарила США величественную статую, выполненную скульптором Бартольди и инженером Эйфелем, названную «Свобода, освещающая мир», молодой Никола приехал из Парижа, пострадав как раз во Франции от мошенничества и кражи. У него было с собой несколько монет, стихи, научные статьи и несколько листов с расчетами и схемами летательного аппарата. На следующий день

он уже пожимал руку гениальному изобретателю Томасу Альве Эдисону, не подозревая, что совсем скоро этот человек, которым он так восхищался, превратится в его врага.

ГЛАВА 2
Война токов

В годы, когда электричество превращалось в главный источник энергии для городов и промышленности, его истинный потенциал так и оставался предметом споров. Применение постоянного тока для питания больших электросетей быстро обнаружило его недостатки, но данную идею защищал всемогущий Эдисон. Единственной альтернативой был переменный ток, однако об этом говорил никому не известный европейский эмигрант Никола Тесла.

Война Эдисона против использования переменного тока вошла в историю как «война токов».

На следующий день после прибытия в США, 7 июня 1884 года, Никола Тесла ступил на порог одной из первых электростанций в истории. Электростанция компании «Эдисон электрик лайт» располагалась в зданиях с номерами 255-257 по узкой улице Перл-Стрит нижнего Манхэттена и снабжала энергией Уолл-Стрит и Ист-Ривер, где проживали богатейшие семьи Нью-Йорка. В начале того беспокойного лета компания провела свет на фабрики и в театры, однако используемое при этом оборудование становилось головной болью для всех, так как постоянно случались самые разные аварии. Особенно частыми были короткие замыкания. Иногда происходили пожары, как например, пожар в особняке Вандербильтов, которые в своем доме немедленно отказались от нового вида энергии, несмотря на то что были одними из первых его ценителей. Инженеры и бригады рабочих ездили туда-сюда по Пятой Авеню и постоянно чинили новые поломки. К 35 годам Томас Альва Эдисон преждевременно постарел, поседев и сгорбившись. Когда высокий, стройный темноволосый молодой человек по имени Никола Тесла, которого ему представили в Париже, вошел в его кабинет, Эдисон только что повесил трубку после разговора с владельцем «Орегона» — самого быстроходного в мире пассажирского судна и первого в истории с электрическим освещением. Динамо-машины «Орегона» пострадали после серьезной аварии, и судно долгое время стояло на якоре. Стремясь хоть как-то смягчить гнев судовладельца, Эдисон пообещал немедленно направить к нему кого-нибудь из инженеров — которых у него на тот момент не было. А этот внезапно появившийся молодой человек из Европы говорил на очень правильном английском с британским акцентом и, кроме

того, очень громко. Возможно, ему объяснили, что Эдисон не слышит на одно ухо. Тесла показал рекомендательное письмо от Чарльза Бэчлора. Эдисон пробежал его глазами и, бросив недоверчивый взгляд на Теслу, сказал: «Это я и называю рекомендательным письмом. Что Вы умеете делать?»

ВОЛШЕБНИК ИЗ МЕНЛО-ПАРКА

Имя Томаса Альвы Эдисона (1847- 1931) записано в коллективной памяти человечества как имя изобретателя Новейшего времени. Он происходил из скромной семьи, был самоучкой и тем не менее построил промышленную империю, которая сделала его богачом и способствовала формированию современного мира. В 1876 году Эдисон открыл легендарную лабораторию в Менло-Парке (Нью-Джерси), чтобы исследовать применение разных научных идей. Там увидели свет его самые трансцендентальные изобретения. Среди более чем тысячи полученных им патентов числятся лампа с нитью накаливания, фонограф и кинопроектор. Говорили, что Эдисон регистрирует новый патент раз в две недели. Однако этот гениальный человек часто оказывался замешан в конфликтах, связанных с авторством того или иного изобретения, и отнюдь не всегда вел себя достойным образом.

Фотография Эдисона сделана в 1880-е годы, примерно в то время, когда он познакомился с Теслой.

Тесла был уверен, что взаимопонимание на интеллектуальном уровне возникло у него с Эдисоном, божеством во плоти, в одно мгновение. Он рассказал о своей работе для компании во Франции и Германии и перешел к объяснениям о вращающемся магнитном поле и индукционном двигателе, работающем на переменном токе. И тут собеседник перебил его с неприязнью: Штаты выбрали постоянный ток, и по его мнению, использование переменного тока — опасная глупость. Но несмотря на это расхождение во взглядах Эдисон нанял Теслу сразу же для того, чтобы починить «Орегон». Они скрепили договор коротким и крепким рукопожатием.

Через несколько часов Тесла поднимался на борт судна, нагруженный инструментами, все еще храня в кармане письмо Бэчлора. Он берег его в течение всей жизни, как если бы оно было первым с трудом заработанным долларом. Чарльз Бэчлор писал в нем: «Могу заверить Вас, что знаком с двумя великими людьми. Вы один из них, а второй — этот молодой человек, податель моего письма».

ЗЕМЛЯ ОБЕТОВАННАЯ НЕ ДЕРЖИТ ОБЕЩАНИЙ

Американские магнаты быстро догадались, какие колоссальные выгоды сулит девственный рынок электричества, где главной приманкой была его новизна. Весь мир ждал электроэнергии; но немногие могли управляться с нею. В США такими умельцами, возможно, были лишь Эдисон, Джозеф Генри и Элиу Томсон (1853-1937), основатель одной из первых в стране электрических компаний «Томсон-Хьюстон Электрик». В создавшейся ситуации предпринимателям приходилось не раздумывая полагаться на ученых, получивших известность за границей и приезжавших искать счастья в Новый Свет. В этот жесткий, но в то же время райский и полный возможностей мир Никола Тесла пришел с твердым желанием добиться успеха. Не прошло и 48 часов с момента его приезда в Нью-Йорк, как он уже починил динамо-машины «Орегона» всего за одну ночь работы с помощью только лишь команды судна.

ВТОРАЯ ПРОМЫШЛЕННАЯ РЕВОЛЮЦИЯ

На конец XIX века пришелся расцвет эпохи, начавшейся на столетие раньше и известной как Первая промышленная революция. Она связана с появлением паровой машины Ватта. За этот век наука и технология превратились в самые мощные двигатели прогресса и кардинально изменили жизнь людей. На смену данной эпохе пришла Вторая промышленная революция, влияние которой оказалось еще более глобальным, так как ее основа (электричество) коснулась мельчайших деталей человеческого быта. Наступила так называемая эра капитализма, потому что именно тогда экономический режим, основанный на силе капитала как двигателя производства, окончательно утвердил свои позиции. Соединенные Штаты — страна с огромной территорией и бесконечными природными ресурсами — стали оплотом новой эры. Гигант пробудился и начал протягивать руки в разные стороны в жадном поиске рабочей силы и талантов. На нефти, стали и железных дорогах зарабатывали состояния. Так появились легенды о североамериканских предпринимателях, которые скоро стали мультимиллионерами: Карнеги, Морган, Рокфеллер, Гуггенхайм, Вандербильт… Эти фамилии заставляют нас вспомнить о хватких и безжалостных дельцах, которые для

одних стали идеалом, а для других — проклятьем.

Эдисон был впечатлен таким успехом и предоставил ему место в штате с карт-бланшем на исследования в свободное от работы время. Сама работа заключалась в устранении поломок и разрешении сложных ситуаций. В тот период Тесла соревновался со своим кумиром, чтобы проверить, кто может выдержать больше времени без сна. Он начал изучать возможности улучшения динамо-машин на Перл-Стрит и, наконец, представил проект с более эффективной и экономичной схемой. Эдисон понял, что такой проект полностью оправдает себя, и обещал заплатить Тесле 50000 долларов, если дело закончится успехом. Тесла на месяцы погрузился в разработку технологии с использованием постоянного тока, в которую не верил. Уже в 1885 году он полностью переделал схему 24 генераторов станции, внеся значительные изменения, включая устройства автоматического контроля, которые запатентовала компания Эдисона. Закончив работу, он пришел за вознаграждением. Как рассказывал сам Тесла, Эдисон усмехнулся и сказал ему: «Вы не понимаете американского юмора». Почувствовав себя оскорбленным, Тесла уволился. Руководство попыталось удержать его, предложив ему повышение заработной платы на 10 долларов, но молодой ученый отказался. Тогда его зарплата равнялась 18 долларам в неделю. По официальной версии компании, Тесла предложил свои патенты на устройства, основанные на переменном токе, за 50 000 долларов, а Эдисон, естественно, принял это за шутку.

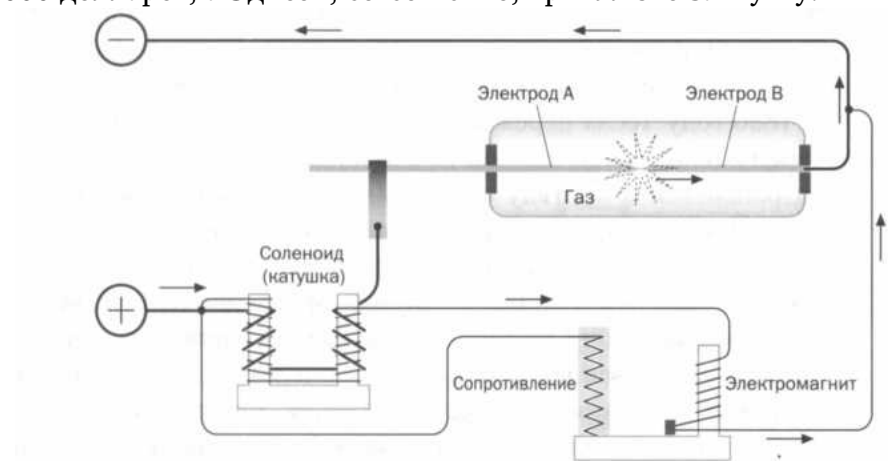


РИС.1

В дуговой лампе источником света служит электрическая дуга. Разряд происходит между двумя электродами — как правило, из вольфрама, — помещенными в разреженную атмосферу или газовую среду, при подаче на них напряжения. Обычно

используются газы неон, аргон,ксенон или криптон.

Возможно, Тесле было нетрудно оставаться твердым в защите своего достоинства, так как несколько инвесторов предложили ему основать собственное общество. Они не были заинтересованы напрямую в переменном токе, их внимание привлекала возможность разработки более совершенной модели дуговой лампы (см. рисунок 1), которая могла бы удовлетворить растущий спрос на уличное и промышленное освещение.

В марте 1885 года неподалеку от Менло-Парка, в Рауэйе, открыла свои двери «Тесла Электрик Лайт Кампани». Тесла сразу взялся за дело и благодаря целому ряду небольших усовершенствований, которые довольно трудно описать полностью в нашей книге, создал единственную в своем роде дуговую лампу — более простую, эффективную и надежную, чем существовавшие на тот момент. К этому патенту добавились и другие, также связанные с усовершенствованиями системы освещения. Первым патентом на имя Теслы стал патент 334 823, выданный 26 января 1886 года на коммутатор электрических динамо-машин для использования их с дуговыми лампами. Речь идет об устройстве, позволяющем избежать образования искр в коммутаторе электрических аппаратов, таких как динамо-машины Грамма, которые изобретатель изучал в Граце.

Несмотря на то что в это предприятие Тесла вложил все свои старания, ничего хорошего у него не получилось. Со свойственным отсутствием практической сметки он договорился, что его заработная плата будет состоять из акций компании. Как только он закончил работы, то оказался выведен из состава руководства компании, его оставили в качестве одного из обычных акционеров. Так как предприятие было совсем молодым, а страна переживала экономический кризис, его акции практически обесценились. Очень скоро стало очевидно, что данная ситуация явилась новым поражением для Теслы, еще более тяжелым, чем предыдущее, потому что на этот раз он не мог уйти с гордо поднятой головой. Этот движимый идеалами европеец слишком поздно начал понимать, что хитрость и беспринципность являются неотъемлемой частью безжалостного делового мира.

Экономический спад перешел в затяжную депрессию. В 1886 году Тесла пережил один из самых мрачных периодов своей жизни. Он не мог найти работу инженера, ему пришлось устраиваться в бригаду рабочих и копать канавы на улицах Нью-Йорка за два доллара в день, при этом и на такой работе каждый день грозил увольнением. Всего четыре года назад этот

гениальный человек придумал вращающееся магнитное поле, показал свои блестящие способности, а теперь ему приходилось задаваться вопросом, для чего нужны его образование и страсть к знаниям. Стараясь воткнуть лопату в замерзшую землю, он ненавидел физическую работу и хранил в голове единственную возможность будущего для электричества — использование переменного тока.

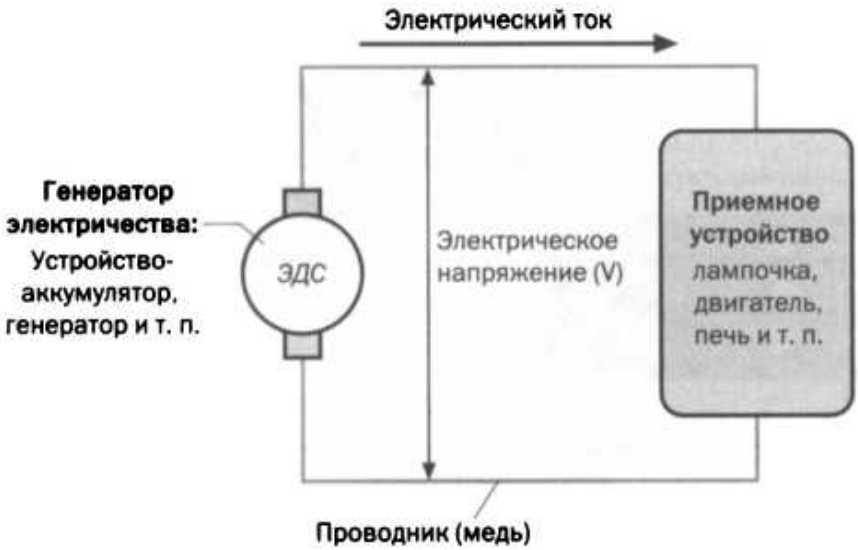
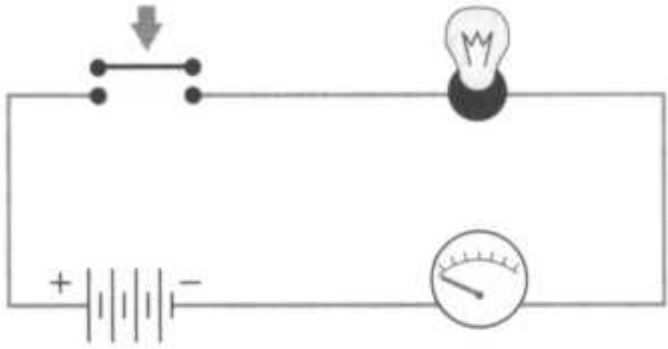
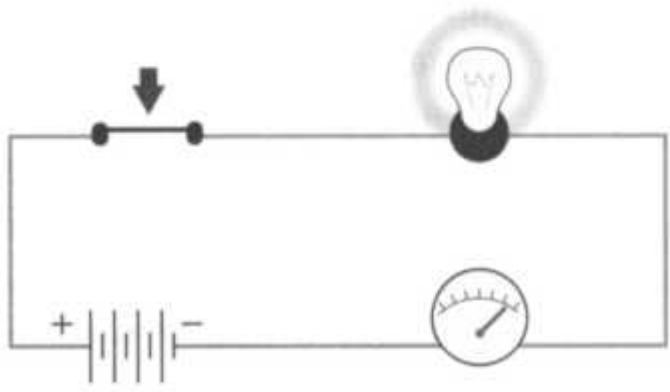


РИС. 2

Цепь — электрическая сеть, которая предполагает наличие закрытой траектории, где от источника- генератора электрический ток (поток электронов) направляется по проводникам, чтобы выполнить определенную работу в устройстве- приемнике (зажечь лампочку, привести в действие двигатель и так далее).



Цепь разомкнута — ток не идет



Цепь соединена — ток идет

РИС.3

ПОСТОЯННЫЙ ТОК ПРОТИВ ПЕРЕМЕННОГО

В чем разница между постоянным и переменным током? По какой причине постоянный ток можно было назвать тупиковой ветвью использования электричества, а переменный — единственно возможным будущим? Желая понять это, нужно узнать несколько больше об электрическом токе.

Электрическим током называют движение электрических зарядов. Заряженные частицы движутся по пути, который может представлять собой электрический провод, как правило в

направлении точки, где должна быть произведена какая-либо работа. Такая схема маршрута с «улицами» и «точками назначения» именуется цепью (см. рисунки 2 и 3).

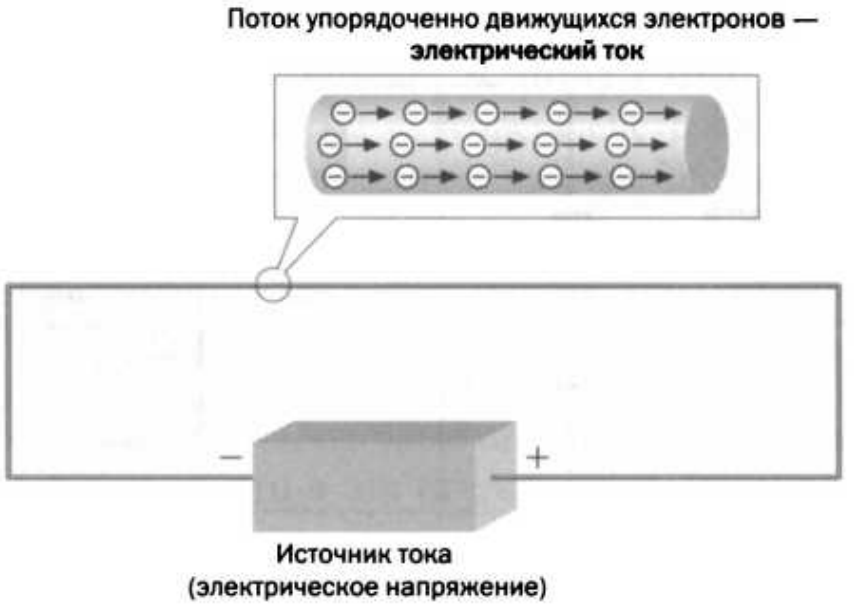


РИС. 4

Величина, которая используется для описания электрического тока, — сила тока; ее название говорит само за себя. Единицы силы тока — амперы. Аналогично, как если бы мы говорили о сообщающихся сосудах, между двумя заряженными телами, обладающими разным зарядом, возникает разность потенциалов, называемая напряжением (см. рисунок 4). Если тела соединены, заряд стремится к уравниванию. Единица напряжения — вольт. Изначально существовало представление о том, что прохождение электрического тока по проводу связано с движением положительных зарядов (протонов) от точки большего потенциала к меньшему. Сегодня известно, что оно связано с движением электронов (отрицательных зарядов). Но по традиции (и привычке) считается, что направление электрического тока идет от положительного к отрицательному полюсу, хотя на самом деле все происходит наоборот (см. рисунки 5 и 6).

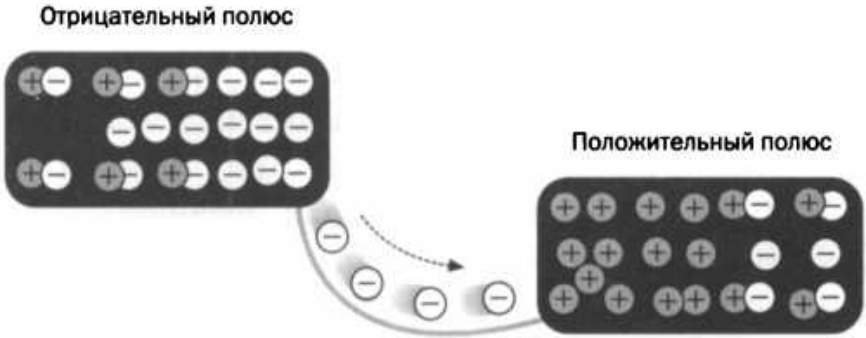


РИС. 5

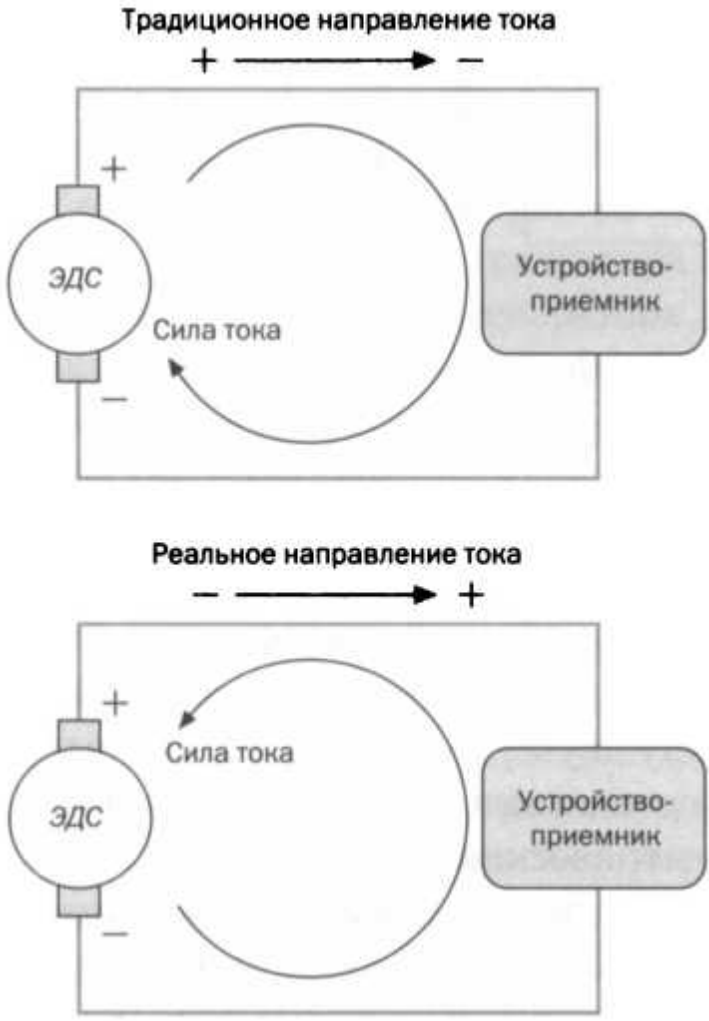


РИС. 6

Как мы уже говорили, между двумя телами, имеющими

разный электрический заряд и соединенными проводником, например металлической проволокой, пойдет ток, но при выравнивании потенциалов он прекратится. Легкость и эффективность перемещения заряженных частиц преимущественно зависит от материала проводника и измеряется с помощью величины под названием электрическое сопротивление. Задача электрических генераторов состоит в том, чтобы создать и поддерживать между двумя точками, соединенными проводниками, разность потенциалов, что даст возможность получить непрерывный электрический ток.

Разница между постоянным и переменным током состоит в направлении движения зарядов. Постоянный ток (DC, от английского direct current) движется в одном направлении, его мгновенные значения постоянны во времени (см. рисунок 7). Как правило, также постоянным током называют ток, который не меняет направление своего движения, хотя прочие его характеристики могут изменяться. Самый известный и привычный способ получения постоянного тока — от электробатарейки.

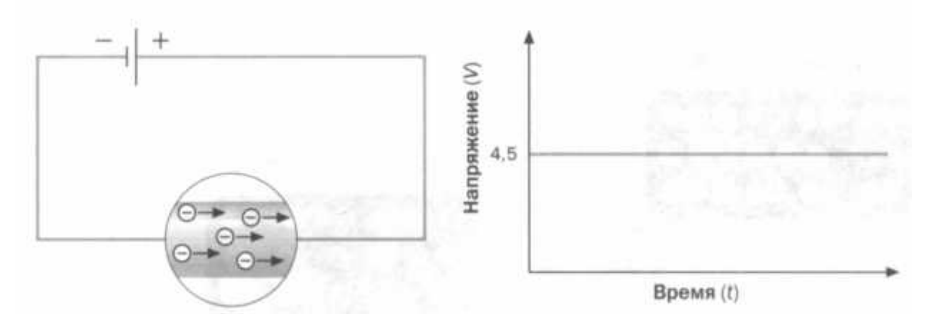


РИСУНОК 7: В постоянном токе заряды движутся в одном направлении. Положительные и отрицательные клеммы всегда одни и те же. Напряжение (V) является константой во времени (t).

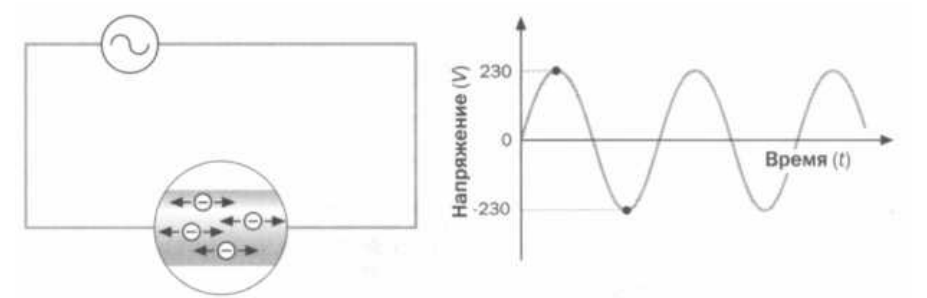


РИСУНОК 8: Величина и направление переменного тока изменяются циклически. Колебания связаны с регулярным чередованием полярности клемм генератора.

В свою очередь, переменный ток (ЛС, от английского alternating current) представляет собой ток, величина которого в каждый момент зависит от периодической функции времени; таким образом, поток электронов цикличен. Период движения заряда в одном направлении, а затем в противоположном составляет полный цикл. Скорость, с которой происходит чередование полярности, характеризуется частотой, измеряемой в герцах (Гц), показывающей количество циклов за единицу времени, а именно за секунду. Частота в 60 Гц означает, что токи, проходящие по проводнику, делают 60 полных колебаний (циклов) каждую секунду; таким образом, они 120 раз за секунду меняют направление. Эта частота слишком велика, чтобы человеческий глаз мог уловить колебания при работе, например, лампочки.

Самый частый тип переменного тока — синусоидальный (см. рисунок 8), его получают от генератора переменного тока (альтернатора). Работа такого генератора основывается на смене полярности напряжения генератора в регулярные интервалы и позволяет добиться более эффективной передачи энергии. Переменный ток можно превратить в постоянный с помощью устройства, называемого выпрямитель.

ЗАКОН ДЖОУЛЯ

За те месяцы, которые Эдисон и Тесла работали вместе, многие уже заметили недостатки постоянного тока, ограничивающие его использование. Несмотря на гигантские размеры станции на Перл-Стрит, ее мощности позволяли освещать 508 жилых домов и зажигать всего 10164 лампочки. Эдисон очень переживал из-за недостаточной рентабельности станции. Повсеместно используемый газ на деле оказывался значительно более дешевым. В чем же была проблема с Перл-Стрит?

Протекание электрического тока по проводам сопровождается выделением тепла, что приводит к потерям тока. Джеймс Прескотт Джоуль (1818-1889) открыл закон, устанавливающий связь между сопротивлением провода, по которому течет ток, и количеством выделяемого тепла.

Выражаясь фигурально, мы можем сказать, что данное явление происходит потому, что электроны, образующие электрический ток, «сталкиваются» с атомами материала, по

которому проходят, и отдают часть своей кинетической энергии, преобразующейся в тепловую энергию. Выделяемое тепло передается непосредственному окружению проводника. На этом явлении основаны все электронагревательные приборы, равно как и лампы накаливания, в том числе созданные Эдисоном.

Однако здесь есть и негативные стороны — именно они сводили с ума Эдисона и его работников на Перл-Стрит. Как уже было сказано, часть энергии теряется при перемещении по проводам к пользователям. Значительная часть тока, вырабатываемого генераторами Эдисона, попросту уходила на нагрев проводов. Чтобы устранить данную проблему, было принято решение увеличить толщину проводников, но это привело к серьезному увеличению их стоимости и веса, возможность прокладки воздушных линий оказалась под угрозой. Для перемещения электричества в виде постоянного тока на далекие расстояния или по городской сети нужно было строить промежуточные станции через каждые несколько километров. Жители соседних домов жаловались на то, что эти станции шумные и некрасивые. К тому же они требовали постоянного обслуживания, так что система уже не казалась удобной и рентабельной. Переменный ток давал возможность решить проблему, но почему?

Согласно закону Ома, сформулированному в 1827 году немецким физиком и математиком Георгом Симоном Омом (1789-1854), силу тока (I) можно выразить формулой

$I = U/R$,

где U — напряжение. Сопротивление (R) показывает противодействие проводника прохождению электрического тока и измеряется в омах (Ω).

СОПРОТИВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСТВА

Сопротивление электричества зависит от трех параметров: длина (l) проводника, площадь его поперечного сечения (S) и коэффициент удельного электрического сопротивления, также называемого специфическим сопротивлением материла (ρ), так как для каждого элемента характерно свое значение.

$$R = \rho \cdot l/S.$$

Из приведенной формулы видно, что чем больше длина, тем больше сопротивление; чем выше коэффициент удельного сопротивления, тем также выше сопротивление. При этом

чем больше площадь поперечного сечения, тем меньше сопротивление. Данный факт можно применить для борьбы с потерями энергии при нагревании. Именно это показывает закон Джоуля о превращении электричества в тепло (Q) и свет, выраженный через закон Ома:

$$Q = I^2 \cdot R \cdot t.$$

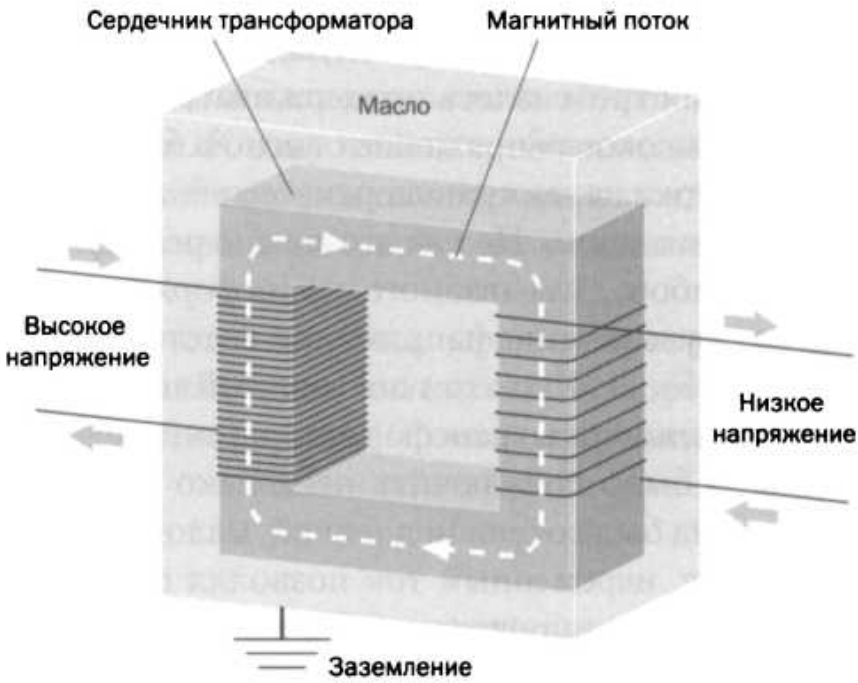
Опыты доказали, что потери тем меньше, чем меньше сила тока. Таким образом, для перемещения электроэнергии на большую дистанцию к точке потребления от точки генерирования или хранения требовалось поддерживать высокое напряжение. Однако высокое напряжение опасно в быту. Нужно было снизить силу тока перед транспортировкой, а затем увеличить ее в точке назначения. Но как это можно реализовать?

С помощью прибора, называемого трансформатор. При заданной мощности увеличение напряжения ведет к уменьшению силы тока и наоборот. При этом постоянный ток не позволял с легкостью использовать трансформатор. Для увеличения напряжения можно было подключить несколько динамо-машин, но такая система была очень медленной, малопрактичной и дорогой. Напротив, переменный ток позволял с легкостью увеличивать и уменьшать напряжение при помощи трансформатора, принцип действия которого основывался на электромагнитной индукции.

КАК РАБОТАЕТ ТРАНСФОРМАТОР

Трансформаторы — электрические приборы, применяемые для изменения напряжения электрического тока, проходящего по цепи. Их используют как для увеличения напряжения, так и для его уменьшения. Принцип действия трансформаторов основан на электромагнитной индукции. Переменный ток проходит по катушке, намотанной с одной стороны замкнутого железного сердечника. Этот ток создает магнитное поле, которое, в свою очередь, индуцирует ток в катушке, намотанной с другой стороны сердечника. Железный сердечник погружен в масляную среду, которая плохо проводит электричество. Трансформаторы работают только в сетях переменного тока. Так как переменный ток в проводнике на входе постоянно меняется, создаваемый магнитный поток также меняется. Это переменное магнитное поле образует ток в катушке на выходе. Две катушки не соединены

физически, и на одной из них больше витков в обмотке, чем на другой. Именно из-за разницы в обмотках напряжение и ток в каждой из катушек разные. Трансформаторы являются пассивным оборудованием, не добавляющим энергии в цепь, при этом в стандартных условиях они очень эффективны, передавая до 99% энергии, полученной на входе. И только 1% теряется на нагревание.



Невзирая на советы своих инженеров, которые все больше беспокоились о состоянии системы, Эдисон упрямо игнорировал тот факт, что при постоянном токе происходили значительные потери, а снабжение электричеством больших районов представлялось невозможным. Он вкладывал огромные суммы денег в свою систему и был уверен, что его лампочки по-другому просто не будут работать. Каждый, кто покушался на кусок электрического пирога, сразу же начинал сталкиваться с Эдисоном, уверенным, что еще не скоро появится человек, способный его сокрушить. Так довольно быстро один из его потенциальных врагов и конкурентов, иностранец Никола Тесла, оказался буквально втоптанным в грязь.

ИЗ БЕЗДНЫ К ВЕРШИНЕ

В конце 1886 года Никола Тесла работал в мастерской без особых надежд на будущее. Через своего начальника, которому он также рассказывал об индукционном двигателе, изобретатель познакомился с двумя потенциальными инвесторами, которые знали о перспективах переменного тока: директором телеграфного бюро «Вестерн Юнион» Альфредом С. Брауном и нью- йоркским адвокатом Альфредом Ф. Пеком. Оба находили идеи Теслы любопытными, но также испытывали и сомнения, в частности не могли понять смысла и возможностей вращающегося магнитного поля.

Как записано в воспоминаниях и многих биографиях Теслы, ему пришло в голову напомнить им историю о «колумбовом яйце». По рассказу Джироламо Бенцони в «Истории Нового Света»(1565), однажды за ужином, после возвращения Христофора Колумба из Америки, многие из присутствующих начали намекать, что кто угодно мог бы открыть Новый Свет и заслуга Колумба состоит лишь в упорстве, с которым он плыл на запад. Тогда Колумб попросил, чтобы ему принесли яйцо, и предложил присутствующим попытаться поставить его на стол вертикально. Как ни пытались гости, ни у кого ничего не получилось, и они стали говорить, что это невозможно. Тогда Колумб взял яйцо, уверенным ударом приплюснул его, не разбив, и поставил на стол. Все с изумлением увидели, что яйцо стоит вертикально. Колумб сказал тогда, что смог достичь того, что казалось невозможным, потому что знал, как это нужно делать, и точно так же он открыл дорогу к новым землям. Тесла тоже предложил Брауну и Пеку, выражаясь фигурально, поставить яйцо вертикально, и они с большим любопытством согласились.

Сербский изобретатель сделал необычное устройство, состоявшее из металлического тазика, подсоединенного к генератору. Под удивленным взглядом будущих инвесторов он положил медное яйцо в тазик и запустил устройство. Яйцо начало вращаться на боку. Оно вращалось все быстрее и быстрее и, достигнув головокружительной скорости, встало вертикально и продолжило вращение, не падая. Тесла объяснил, что яйцо «поддерживает» вращающееся магнитное поле.

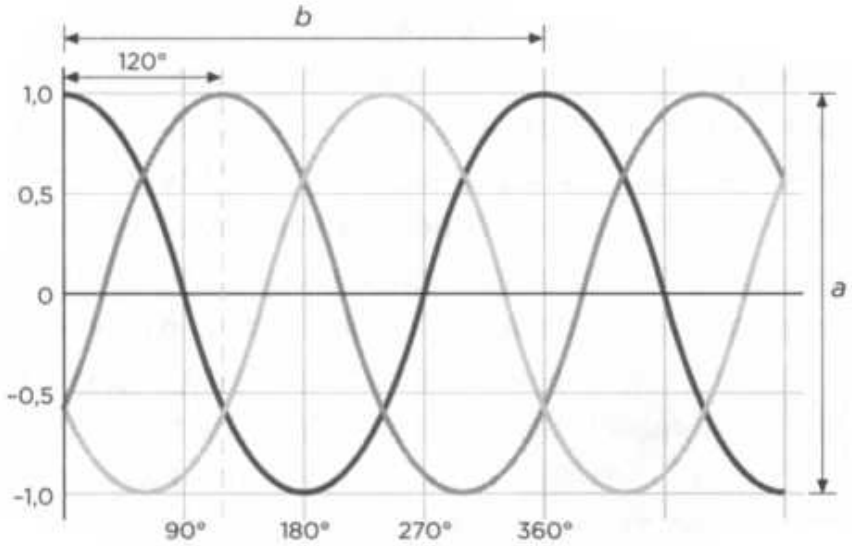
В апреле 1887 года новое предприятие «Тесла Электрик Компани», основанное вместе с Пеком и Брауном, открыло двери лаборатории на Либерти-Стрит, 89. Наконец Тесле представилась возможность применить на практике идеи, кипевшие в его голове в течение стольких лет. Шлюзы, сдерживавшие его энергию, раскрылись, и он с колоссальной отдачей погрузился в работу. Довольно скоро изобретатель полностью запатентовал свою многофазную систему переменного тока, включавшую схемы

генераторов, двигателей, трансформаторов и автоматического контроля, полную распределительную цепь.

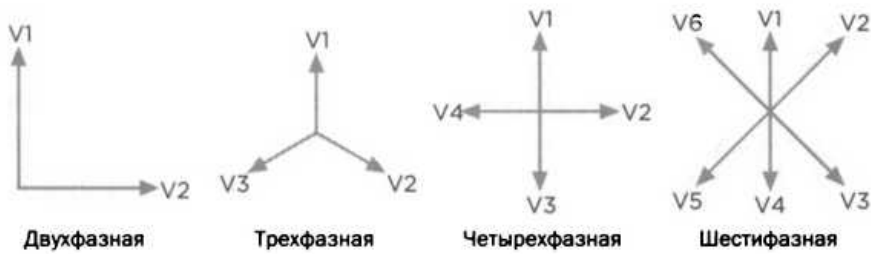
Теперь его конкурентом был не только Эдисон. По всей стране функционировало множество электростанций с наполовину разработанными цепями и другими установками; велась деятельность по созданию альтернаторов и трансформаторов и поиски подходящих проводов для домашнего использования. Но целью всех заинтересованных лиц был эффективный двигатель переменного тока. Когда двигатель Теслы предстал перед публикой, он оказался настолько простым, что там даже нечему было ломаться, — все выглядело очевидным. Предприятие изобретателя не оставляло в покое патентное бюро, его имя быстро стало известным на Уолл-Стрит, среди предпринимателей и ученых. Многие уже тогда поняли важность его идей.

ПОЛИФАЗНАЯ СИСТЕМА

Полифазная система характерна для использования переменного тока, она состоит из комбинации нескольких переменных токов, проходящих по идентичным контурам. При одинаковом периоде (длительность цикла или движения электронов в одном направлении) токи проходят с постоянным изменением фазы. Наибольшее распространение в электротехнике получила трехфазная система; она состоит из трех переменных токов со сдвигом фазы на 120°. Также используется двухфазная система, состоящая из двух токов, сдвинутых по фазе на четверть цикла, то есть на 90°. Раньше также существовали системы с большим количеством фаз — 6- и 12-фазная системы.



Изображение напряжения фаз в трехфазной системе. Между каждой из них имеется сдвиг на 120°.



Векторное изображение самых распространенных полифазных систем.

В тот же год появилось учреждение, показавшее зрелость отрасли, связанной с электричеством. Инженер-электрик Томас Коммерфорд Мартин (1856-1924), работавший с Эдисоном, а затем ставший издателем самого престижного журнала в области электричества Electrical World & Engineer основал Американский институт инженеров-электриков. AIEE (American Institute of Electrical Engineers) занимался систематизацией работы отрасли и публиковал сведения о последних достижениях. Все ученые, изобретатели и промышленные инженеры стали его членами и признавали Институт высшим компетентным органом в своей отрасли. Мартин был убежден, что идеи Теслы, с которым он познакомился в Париже, будут поворотным моментом в развитии технологии электричества. Мартин стал первым президентом AIEE и самым важным сторонником Теслы в сфере, до сих пор неизведанной изобретателем, — связи с общественностью.

Благодаря посредничеству Мартина Тесла добился одного из звездных моментов своей исследовательской карьеры — лекции в Колумбийском университете перед членами AIEE, сливками общества, занимающимися промышленным использованием электричества в США.

Тесла прочитал свою лекцию «Новая система двигателей и трансформаторов переменного тока» 16 мая 1888 года. Он описал свою систему очень четко и детально, не оставив ни одного белого пятна и включив даже математическое представление системы. Аудитория была завоевана. На лекции присутствовал инженер и изобретатель Элиу Томсон, который придумал генератор переменного тока в 1878 году; правда, его модель не была до конца оптимизирована, и он долгое время искал вариант, предложенный Теслой. В зале присутствовал и Михаил Пупин (1858-1935), также серб, преподаватель Колумбийского университета: в изобретательской работе он всегда следовал за своим соотечественником. Анитал Сигеты, лучший и старинный друг Теслы, тоже пришел на лекцию и смог полюбоваться на окончательный чертеж, каракули которого видел еще в парке Варошлигет. Тесла позвал его на свое предприятие в качестве помощника в лаборатории. Среди слушателей лекции присутствовал также человек, сыгравший решающую роль для непосредственного будущего Теслы: это был убежденный сторонник переменного тока, главный соперник Эдисона, мультимиллионер Джордж Вестингауз.

ДЖОРДЖ ВЕСТИНГАУЗ

Главный союзник Теслы и непосредственный враг Эдисона в войне токов, инженер и мультимиллионер Джордж Вестингауз известен также как изобретатель, получивший более 400 патентов. Наибольшее значение имел его воздушный тормоз, который в последующие десятилетия стал применяться в самых разных областях, особенно на железных дорогах; также были важны трамвайный электродвигатель, стрелки на железных дорогах и способ безопасной транспортировки природного газа по трубам. В 1901 году Вестингауз был выдвинут на получение Нобелевской премии, которую, однако, дали Вильгельму Конраду Рентгену за открытие икс-лучей.

НЕЧИСТАЯ ИГРА ЭДИСОНА

В отличие от других великих миллионеров того времени, Джордж Вестингауз, магнат из Питтсбурга, обладал душой изобретателя; неспроста он обогатился на изобретениях, имевших важнейшее значение для развития железных дорог и способствовавших их удивительно быстрому распространению. Например, он запатентовал тормоза, использующие сжатый воздух. Вестингауз постоянно обдумывал множество фундаментальных проектов. Он купил патенты у европейских исследователей Люсьена Голара и Джона Диксона Гиббса, изобретателей первого трансформатора переменного тока, и в ноябре 1886 года в городе Буффало (штат Нью-Йорк) основал первую коммерческую сеть переменного тока в США. В 1887 году у него было уже 30 таких станций. Но спрос на электричество постоянно рос, теперь оно требовалось не только для того, чтобы принести свет и тепло в дома, но также для новой техники, такой как электрические трамваи. Для улучшения работы его компании

«Вестингауз Электрик» мультимиллионеру были необходимы новые эффективные решения.

Тесла и Вестингауз с первой встречи прекрасно понимали друг друга. Американец был обаятельным и воспитанным человеком, в отличие от невежественных личностей, с которыми серб сталкивался до того момента. У них наблюдалось сходство и в личных вопросах: Тесла с маниакальной тщательностью следил за гигиеной и чистотой одежды, а Вестингауз всегда изысканно одевался, что особенно бросалось в глаза на контрасте с Эдисоном, известным своей неряшливостью.

В биографиях Теслы обычно пишут, что Вестингауз предложил изобретателю миллион долларов, а также процент за права по всем его патентам на переменный ток. Однако, согласно архивам компании Вестингауза, Тесле причиталось 25 000 долларов наличными, 50000 акциями компании и 2, 5 доллара за каждую выработанную лошадиную силу. Лошадиная сила (по-английски hp, от horsepower) — англосаксонская мера электрической мощности, равная 0, 75 киловатта. Как бы то ни было, 7 июля 1888 года Тесла и Вестингауз заключили долгосрочный договор на удовлетворявших друг друга условиях. Тесла переехал на время в Питтсбург, куда часто возвращался в последующие годы, чтобы консультировать команду инженеров Вестингауза, работавшую над созданием двигателей и над переходом от однофазной системы к полифазной.

Новость о соглашении Теслы и Вестингауза дошла до ушей Эдисона. С самого начала, когда Эдисону пришлось столкнуться с газовой олигополией, он умел хорошо работать со СМИ. Он сразу запустил свою информационную машину и поднял волну пропаганды против переменного тока. Эдисон намеревался превратить в глазах общества в недостаток то, что было основным преимуществом переменного тока: для перемещения тока требовалось повысить напряжение до тысяч вольт, что, по его утверждениям, делало этот вид тока более опасным.

Его жесткая кампания шла во всех направлениях: выходили статьи в газетах, распространялись листовки, информация передавалась из уст в уста, даже проводились публичные демонстрации опасности высокого напряжения, на которых действие разрядов переменного тока показывали на животных.

Пресса поддерживала эту игру, находя истории про несчастные случаи, связанные с переменным током, и игнорируя тот факт, что напряжение переменного тока снижалось на входе в дома, так что его бытовое использование не могло никого убить. Переменный ток был абсолютно безопасен.

После обрушившейся волны недоверия мошенники

принялись пользоваться патентами, так как в те годы для их утверждения требовалось несколько лет. Кроме того, появились представители конкурентов, уверявших, что их изобретатели придумали систему раньше Теслы. Со временем, но далеко не сразу все эти споры разрешились по большей части в пользу Теслы, но на тот момент общественность была смущена и сбита с толку.

Наука — извращение самой себя, если ее целью не ставится улучшение жизни людей.
Никола Тесла

Война токов достигла апогея, когда произошел следующий зловещий эпизод. С 1886 года штат Нью-Йорк занимался поиском быстрого и безболезненного метода казни, намереваясь заменить чем-либо виселицу, использование которой считалось очень жестоким. С самого начала возникла идея применять для казни электричество, символ всего нового и современного, но, конечно, ни Эдисон, ни Вестингауз не дали разрешения на использование «своих» токов с целью умерщвления людей.

Однако со временем Эдисон поручил своим сотрудникам исследовать возможности казни током.

Тогда соседи в окрестностях лаборатории Эдисона на Вэст-Орандж (Нью-Джерси), куда он переехал в 1887 году, начали замечать пропажу домашних животных. Скоро выяснилось, что изобретатель платил 25 центов мальчишкам, приносившим ему кошек и собак. Запах, который шел от лаборатории, был невыносим, оттуда же слышались ужасающие звуки. Правда обнаружилась, когда разряду тока подвергли слона, а тот задавил трех сотрудников лаборатории. Чтобы испытать смертельный разряд переменного тока, старую и очень раздражительную цирковую слониху Топси подвергли разряду в 6600 вольт.

Наконец, штат Нью-Йорк утвердил в качестве способа казни электрический стул, для которого использовали переменный ток. Уильям Кеммлер, приговоренный к смерти за убийство, 6 августа 1890 года удостоился сомнительной чести стать первым человеком, казненным таким образом. Эдисон позаботился о том, чтобы собрать целую армию журналистов и зевак у входа в тюрьму, но история имела скверный исход. Расчеты техников Эдисона о необходимом для убийства человека напряжении были неверны, казнь пришлось повторять несколько раз, и в итоге заключенный умер после мучительной агонии. Все детали данного происшествия появились в прессе, общественное мнение было против таких мер, оказавшихся гораздо менее гуманными,

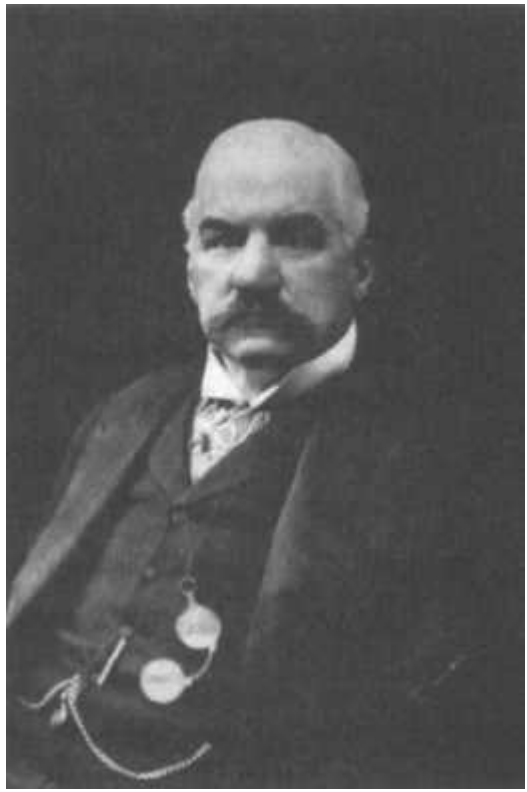
чем ожидалось.

НЕВЕРНЫЙ ШАГ ТЕСЛЫ

Занятый спорами о патентах, Вестингауз не мог обращать внимание на атаки Эдисона. Его заботила более насущная проблема: адаптация однофазной системы выходила значительно более дорогой, чем было запланировано. Кроме того, Тесла не всегда мог прийти к взаимопониманию с инженерами из Питтсбурга. Его двигатели работали на токе с частотой 60 герц (Гц), а система Вестингауза использовала 133 Гц. Было потеряно несколько месяцев на взаимные обвинения, неудавшиеся дорогостоящие эксперименты, и только потом правоту Теслы признали: нормой для переменного тока в Соединенных Штатах стала частота 60 Гц (в Европе стандартное значение — 50 Гц). Данный эпизод продемонстрировал одно из худших качеств Теслы — неумение работать в команде, что со временем привело его к интеллектуальной изоляции и растрате большей части творческого потенциала.

НЕУМОЛИМЫЙ БАНКИР

Если имя Эдисона вошло в историю как пример гениального изобретателя, то Джон Пирпонт Морган (1837-1913) воплотил в себе легенду о капиталисте, герое своего времени. Морган был одним из самых могущественных банкиров в истории, одним из богатейших людей планеты, контролировавших мировые финансы. Он занимался покупкой убыточных предприятий, решал их проблемы и реорганизовывал для работы в самых передовых отраслях, используя стратегии, ориентированные на уничтожение конкурентов и создание огромных корпораций (существующих и по сей день). Морган контролировал производство стали, железные дороги, нефть и уголь, он усилил свои позиции в области электричества и часто выступал арбитром. Деятельность этого человека всегда сопровождалась ожесточенными финансовыми схватками.



Джон Пирпонт Морган.

Но со стороны финансовых рынков пришел смертельный удар, и Вестингауз оказался не единственным пострадавшим. Не только у него, но и у его соперника возникли проблемы с финансированием своего проекта. Главного акционера компании «Эдисон Электрик» Джона Пирпонта Моргана не слишком заботил вопрос, каким током электрифицировать страну. Великий финансовый воротила думал использовать для рынка электричества свою постоянную стратегию, которая позволила ему добиться гегемонии в важнейших областях: устранить конкурентов, купив или потопив их предприятия. Незадолго до этого он приобрел компанию «Томсон-Хьюстон» и заставил Эдисона присоединиться к ней. Новая компания превратилась в настоящего гиганта и получила название «Дженерал Электрик» (сегодня это транснациональная компания с диверсифицированной сферой интересов). Следующим шагом Моргана должна была стать попытка купить Вестингауза для создания конгломерата. Однако магнат из Питтсбурга имел совсем другие планы и предпочел сохранить независимость.

У ученого нет цели достичь непосредственного

результата.

Он не ждет, что его передовые идеи будут легко приняты. Он обязан заложить основы для тех, кто еще должен родиться, указать дорогу.

Никола Тесла

Видя, что Вестингауз не подчиняется, Морган начал вредить ему на рынках, используя биржевые рычаги и необоснованные слухи, так что акции Вестингауза сильно упали. Для магната из Питтсбурга единственной возможностью удержаться на плаву стало слияние с более мелкими компаниями, но даже эта операция выходила для него дорогостоящей. Советники убедили его, что главное препятствие — соглашение, подписанное с Теслой. У изобретателя имелось много основополагающих патентов, а плата в 2, 5 доллара за лошадиную силу должна была превратить его в богатейшего человека планеты. На тот момент, через четыре года после заключения договора, он мог бы получить 12 миллионов долларов. Будущие суммы сложно было даже представить.

С тяжелым сердцем Вестингауз вызвал Теслу на срочное совещание. Магнат защищал его договор, который казался ему соответствующим вкладу ученого в предприятие, но необходимо было объяснить ему ситуацию, так как их совместные обязательства находились под угрозой. Вероятно, он не мог представить, какая удивительная развязка будет у этой встречи — настолько горького и постыдного эпизода его жизни, что он даже не написал о нем в своих воспоминаниях. Тесла рассказал о произошедшем в автобиографии, так что у нас есть только его версия случившегося.

После того как ему рассказали о проблеме, Тесла задумался. Он всегда был погружен в исследования и уделял мало внимания финансовой стороне, хотя знал, что если подаст в суд на Вестингауза, то, без сомнения, выиграет. С другой стороны, он понимал, что если не будет подписано новое соглашение, Вестингауз потеряет контроль над предприятием и бизнесом. Магнат заверил его, что считает изобретение Теслы самым важным в истории электричества и что он не собирается отказываться от мечты сделать его доступным для людей. На самом деле Теслу больше всего заботило, чтобы его система продолжала работать. Вестингауз поверил в него тогда, когда не верил никто, помогал ему в самые тяжелые времена. Вместо того чтобы договориться о понижении процентов, Тесла сказал: «Можете забыть о проблеме моей прибыли». И под удивленным взглядом миллионера разорвал договор.

Тесла отказывался от получения миллионов долларов, которые уже заработал, а также от бесчисленных будущих процентов. Он получил только 216000 долларов за свои патенты без оплаты прав. В свете будущих финансовых проблем, которые помешали его планам, этот поступок можно интерпретировать как самую главную ошибку в его жизни.

Шел 1890 год. В ноябре, удалившись в свою лабораторию от полемики по поводу электрического стула, Тесла сделал фундаментальное открытие, переориентировавшее всю его работу, — беспроводную передачу энергии. Для Теслы переменный ток был вчерашним днем, он хотел открыть новую страницу. Следующие десять лет жизни он посвятил исследованию новых возможностей с перерывом на последний этап войны токов в 1893 году, когда его голова была занята совсем другим.

ЗАВЕРШЕНИЕ ВОЙНЫ ТОКОВ

Вестингауз исполнил то, что обещал. Он не только продолжил работу по внедрению переменного тока, но превратил предприятие в огромную империю, признавая заслуги своего изобретателя. В 1891 году были впервые запущены двигатели и генераторы Теслы, сделанные Вестингаузом в шахтерском городе Теллерайд в Колорадо на гидроэлектростанции Эймс, которая впервые в мире поставляла переменный ток высокого напряжения на большие расстояния. В тот же год изобретатель прочел еще одну лекцию перед AIEE об освещении с использованием высокочастотного переменного тока, также Тесла официально перестал считаться иностранцем, получив американское гражданство; об этом событии он всегда говорил с большой гордостью.

На горизонте замаячили два важных проекта. С одной стороны, в Чикаго готовились к Всемирной выставке, которая должна была пройти в год 400-летнего юбилея открытия Америки: ее планировали как первую выставку в мире, где использовался электрический свет. Был объявлен конкурс проектов на установку электрооборудования. С другой стороны, сформировалась комиссия, которой полагалось присудить права на эксплуатацию Ниагарского водопада. Магнат из Питтсбурга прикладывал все усилия, чтобы получить один из контрактов.

В 1892 году Вестингауз выиграл конкурс на электрификацию Всемирной выставки благодаря системе, разработанной Теслой.

Данная система производила в три раза больше энергии, чем потреблял весь город, а также была более дешевой, чем система, представленная «Дженерал Электрик». Наконец-то появилась возможность продемонстрировать переменный ток перед широкой публикой. Однако тот год надежд был также и горестным для Теслы. Когда он отправился в Европу для того, чтобы прочитать цикл лекций о переменном токе и навестить семью, то получил телеграмму, сообщавшую о быстром ухудшении здоровья его матери. Тесла поспешил к ней, а когда приехал, Джука Мандич уже была при смерти. Единственное, что ей удалось сказать своему сыну: «Наконец-то ты приехал, Нико, моя гордость». Через несколько часов она умерла. На следующий день Джуку похоронили рядом с мужем на кладбище Ясиковач. А Никола Тесла заболел.

Всемирная выставка 1893 года в Чикаго.

В павильоне «Электричество» у Теслы был свой стенд для презентаций (его можно увидеть на переднем плане слева), около которого люди выстраивались в длинную очередь.

Он смог поправиться только через три недели в Госпиче, затем поехал в Томингай, где гулял по тем же горам, по которым блуждал когда-то в молодости, обдумывая невозможные проекты. Следующие несколько месяцев Тесла провел на родной земле: читал лекции, консультировал местные власти и даже разработал проект гидроэлектростанции для Плитвицких озер. Когда он приезжал на поезде в новое место, то видел толпы приветствующей его публики. В Белграде с ним пожелал познакомиться молодой сербский король Александр Обренович. После возвращения в США Теслу ждала новая награда — избрание вице-президентом AIEE.

Первого мая 1893 года, с опозданием на год, заработала, наконец, Всемирная выставка в Чикаго. На ее открытии присутствовали короли Испании и Португалии, члены правительств других стран, перед которыми президент США Гровер Кливленд повернул золотой ключ, запускающий электрическую систему Теслы и Вестингауза. Устройства в сети один за другим пришли в действие, и павильоны осветились 180000 лампочек. Толпа, конечно, была поражена масштабом этого чуда.

За четыре месяца выставку посетили более 27 миллионов человек, которым представилась возможность посмотреть в павильоне техники невероятные аппараты. Они работали на переменном токе и были созданы Вестингаузом под руководством Теслы. Там же стояли на всеобщем обозрении генераторы, вырабатывающие 2000 вольт для питания сети выставки. После наступления темноты начиналось шоу с цветными осветительными проекторами, которые, может быть, никого бы не удивили сегодня, но в ту эпоху казались неслыханным чудом. Никто прежде ничего подобного не видел. Пресса назвала павильоны выставки «Белым городом» и протрубила о фантастическом изобретении, которому предстояло изменить будущее человечества, — переменном токе.

В павильоне электричества тысячи людей приходили смотреть на чудеса этого вида энергии, которые демонстрировал Тесла, одетый в белый сюртук и галстук. С помощью Томаса Мартина он открыл в себе ораторские способности и придумал несколько эффектных трюков, позволявших без труда завоевать аудиторию в той стране, где индустрия зрелищ не была богатой. Тесла показывал вращающееся магнитное поле, индукционный двигатель с колумбовым яйцом, а далее переходил к своим последним открытиям. Среди них можно назвать флуоресцентный свет, предшественник современного вида освещения. Питание этих устройств осуществлялось без проводов с помощью высокочастотных полей. Посетители не понимали технических объяснений, но были восхищены и уверены, что переменный ток безопасен, когда видели Теслу, окруженного светящимися лучами.

Выставка в Чикаго была не только зрелищной. Параллельно там проходили более серьезные мероприятия, возможно, куда более важные и полезные для Теслы. Среди них был Конгресс по электричеству, на который приехали ученые и инженеры со всего мира. До его окончания Вестингаузу удалось получить контракт на строительство гидроэлектростанции на Ниагарском водопаде: так детская мечта Теслы приблизилась к своей реализации. Война токов подошла к концу, стало очевидно, что переменный ток предоставлял больше возможностей, а электричеству в целом предстояло произвести радикальную и окончательную революцию в мире энергетики.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ВОЛНЫ: НОВЫЙ РУБЕЖ

Самым плодотворным периодом в жизни Теслы стали 1890-е годы. Он занимался исследованиями электромагнитных волн и их возможного применения, сделав открытия, значительно

опередившие свое время и не понятые современниками. Хотя его гений был востребован, он начал работать в стольких направлениях одновременно, что многие его исследования остались незавершенными — впоследствии их доводили до конца другие люди. Накопленный тогда опыт привел Теслу к главному открытию в его жизни — беспроводной передаче энергии.

В 1889 году, за четыре года до оглушительного успеха в Чикаго его устройств переменного тока, Никола Тесла посетил Всемирную выставку в Париже, на которой провел множество встреч с учеными и исследователями. Немецкий физик и инженер Генрих Рудольф Герц (1857-1894) доказал существование электромагнитных волн, о которых говорил Максвелл, и научное сообщество было взбудоражено этой новостью. Общение в Париже с коллегами и теми, кто познакомился с трудами Герца, подогрело интерес Теслы, и он не мог не приняться за глубокое изучение данной темы. Вернувшись в США, он хотел немедленно провести опыты по обнаружению, генерированию и использованию электромагнитных волн, но некоторые обстоятельства помешали его исследованиям.

Жизнь Теслы сильно изменилась с тех пор, как Томас Мартин представил его Роберту Андервуду Джонсону, директору журнала The Century Magazine, и тот ввел его в высший свет Нью-Йорка. Тесла всегда лелеял мечту попасть в хорошее общество и посещать салоны в европейском стиле. Особняк Джонсонов на престижной Лексингтон-авеню был местом встреч американской богемы, интеллектуалов, блестящих политиков, а также знаменитых гостей из Старого Света. Там бывали писатель Редьярд Киплинг, композитор Антонин Дворжак, будущий президент Теодор Рузвельт, суфражистка и меценат Энн Морган, дочь Джона Моргана, которая, как говорили, долгое время была влюблена в Теслу.

Тесла жил в отелях и там организовывал шумные праздники в ответ на приглашения, которые получал. С каждым годом он перебирался во все более роскошные места. При этом надо сказать, что он попал в кружок беззаботных миллионеров, позволявших себе любые роскошные причуды, как, например, банкеты в «Дельмонико», знаменитом американском элитном ресторане. Тесла понял, что богачей интересует его успех, и он вынужденно посещал их компании, охотясь за инвестициями. Дело в том, что с ноября 1890 года изобретатель был убежден: он создает будущее человечества; а денег, которые заплатил ему Вестингауз, на задуманные проекты не хватало.

Деятельность Теслы в это десятилетие была очень бурной и необыкновенно разнообразной. Кроме проведения опытов в

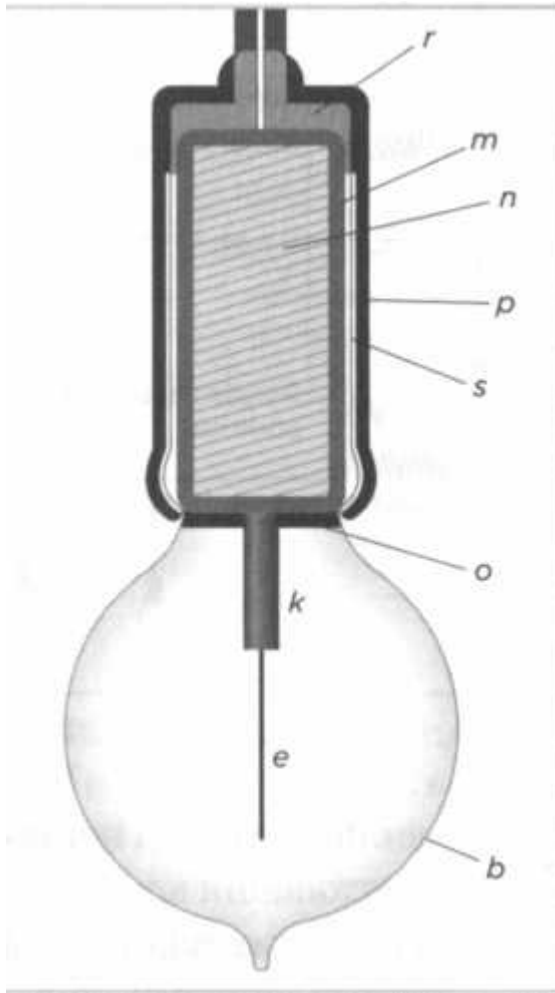
разных областях, он (убежденный в том, что цель науки — совершенствование мира, а знания должны быть доступны людям) начал ездить по главным городам США и научным столицам Европы, чтобы рассказывать о своем взгляде на будущее. Также Тесла занимался трудоемкой подготовкой к Всемирной выставке в Чикаго, что мешало ему продвигаться вперед в исследованиях. Но все-таки основной проблемой был слишком широкий спектр исследований, так как изобретатель занимался одновременно несколькими областями, перескакивая от теории к теории, от одной возможности практического применения к другой, несмотря на советы коллег сконцентрироваться на чем-то одном.

ОТКРЫТИЕ БЕСПРОВОДНОЙ ЭНЕРГИИ

К 1890 году Тесла работал над усовершенствованной лампой, которая должна была превзойти лампу накаливания Эдисона. Для этого он взял за основу трубку Гейслера, названную в честь изобретателя Генриха Гейслера (1814-1879) и представлявшую собой заполненную газом под низким давлением стеклянную трубку, которая начинала светиться, если внутри нее происходил разряд.

ЛАМПА ТЕСЛЫ

Первый вариант лампы накаливания Теслы (первую схему ему удалось запатентовать в июне 1891 года) состоял из стеклянной колбы (b), заполненной разреженным газом, с установленным внутри жестким электродом из углерода (e), подключенным к проводнику, обмотанному изоляцией (k). Шейка лампы состояла из двух частей — проводящего материала (m) и изолирующего материала (n), контактировавших с металлической пластинкой (o). Эта цилиндрическая шейка была заключена в корпус, включающий изолирующий цилиндр (p) с металлической оболочкой (s), который вместе с проводящим цилиндром шейки (m) образовывал конденсатор.



Новая лампа Теслы состояла из проводника, соединенного с приемником, заполненным инертным газом, таким как неон. Подсоединенная к генератору высокочастотного тока, она давала свет совершенно новой и особой природы. Ее свечение было гораздо интенсивнее, чем у обычной лампочки, при этом не происходило нагревания, что было очень важно, так как у ламп накаливания до 95 % энергии уходит в тепло. В первом образце использовалась углеродная нить, которую Тесла заменил на диск из того же материала, а затем убрал вообще. Последние прототипы создавали свет от фосфоресценции разреженного (менее плотного) газа, свет от них был очень ярким, а нить накаливания отсутствовала, они не нагревались. В действительности это были предшественники современных флуоресцентных ламп.

Чтобы его лампы получили практическое применение, Тесла

разработал также схему для получения необходимых высоких частот и напряжения, которая могла быть собрана из уже существующих электрических устройств (см. рисунок 1). Основным источником тока был традиционный генератор переменного тока. Напряжение тока увеличивал трансформатор, заряжавший конденсатор. Он производил разряд в цепи, содержавшей разрядник, представлявший собой зазор между двумя направленными друг на друга электродами, где возникал пробойный разряд. Так получался высокочастотный ток. Для увеличения потенциала в цепи был предусмотрен еще один трансформатор, на вторичной обмотке которого индуцировался ток такой же частоты, но значительно отличавшийся по потенциалу. Лампы подключались к выходам этой вторичной обмотки.

РИС. 1
Схема высокочастотной цепи.

В схеме этой цепи использовался базовый принцип электрических осцилляторов (см. рисунок 2), устройств для преобразования и увеличения характеристик тока. Задействованные в ней трансформаторы известны сейчас как трансформаторы Теслы. В ноябре 1890 года после запуска одного

из прототипов электрического осциллятора Тесла заметил, что его лампы светятся, даже не подключенные к цепи. Это была реакция газа, вызывающая свет. Анализируя данный факт, он понял, что электромагнитные волны передают электрическую энергию по воздуху без провода, и такой энергии достаточно для того, чтобы заставить гореть лампу. Ключевую роль в данном явлении играло то, что сегодня называют электрическим резонансом. Установив необходимую частоту, Тесла мог зажигать и тушить лампы, находящиеся на расстоянии нескольких метров.

Последствия, которые могла иметь эта находка, попав в руки к человеку, только что приспособившему для домашнего использования электрическую энергию, трудно было предугадать. Сразу же Тесла начал обдумывать возможность передачи электричества беспроводным способом так же эффективно и безопасно, как по проводам. Тогда, в ноябре, он полностью погрузился в область, навсегда захватившую его, — беспроводную передачу электрической энергии.

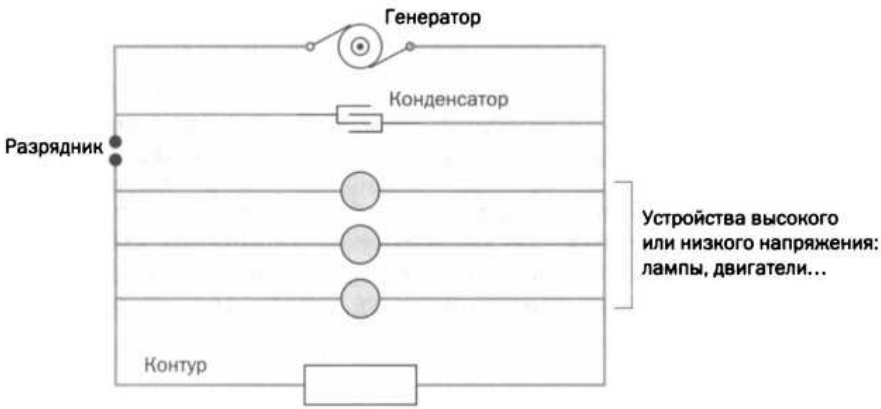


РИС. 2 Схема электрического осциллятора Теслы.

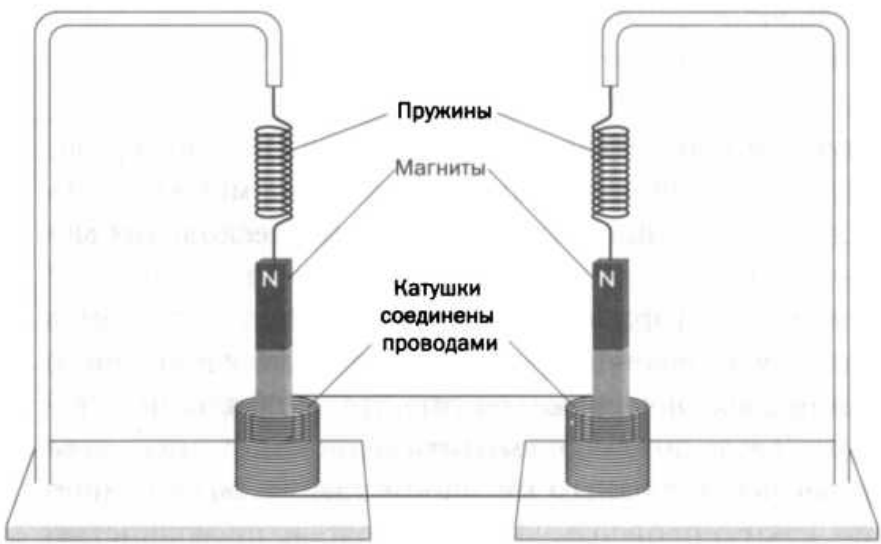
В своей лаборатории на Пятой авеню Тесла начал ставить опыты с лампами и вакуумными трубками, которые изготавливал специально нанятый на полный рабочий день стеклодув. Он надеялся с их помощью уловить так называемые в то время герцевы волны, то есть электромагнитные волны. Изобретатель начал с изучения проектов освещения, но со временем перешел к исследованиям радиосигналов, а затем, до конца не разобравшись в их природе, к микроволнам и рентгеновским лучам.

Тесла представил 20 мая 1891 года на второй конференции перед AIEE доклад «Эксперименты с переменными высокочастотными токами и их применение для искусственного освещения», в который он включил первоначальные выводы о

беспроводной энергии.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ РЕЗОНАНС

Явление электрического резонанса можно объяснить, вспомнив в качестве примера маленький лабораторный эксперимент, показанный на рисунке и позволяющий увидеть, как движение пружины вызывает резонанс другой пружины. Первый магнит, двигающийся внутри катушки, индуцирует электрический ток, который передается на вторую катушку, где приводится в движение второй магнит. Так как две пружины идентичны, то они совершают примерно одинаковое движение, поэтому частота электрического тока, движущего вторую пружину, является частотой резонатора.



На тот момент ему было 35 лет. Под удивленными взглядами ассистентов он зажег беспроводные лампы различной и сложной конструкции, сделанные из трубок, и пронес их по комнате. Он никогда не патентовал и не занимался коммерческим использованием этого изобретения — примитивных флуоресцентных ламп (которые появились на рынке как коммерческий товар только через 50 лет).

Презентация завершилась эффектным моментом: генератор на 20000 Гц испустил мощный импульс, который Тесла направил на свое тело, защищенное заземлением. Изобретатель рассчитал, что разряд должен быть равен 250000 вольт; для сравнения, на

электрическом стуле Уильям Кеммлер испытывал на себе разряды около 2000 вольт. «Есть способ получить энергию не только в виде света, но и в виде энергии другого типа напрямую из окружающей среды»,— утверждал Тесла. Когда данное направление будет более развито и появится возможность напрямую пользоваться этой энергией из неисчерпаемого источника, человечество «сделает решающий шаг вперед».

О его лекции очень хорошо отзывалась пресса. Прогрессивный образ будущего с чистой, дешевой, естественной и безграничной энергией очень понравился журналистам и комментаторам. С самого начала Тесла беспокоился о дефиците энергетических ресурсов, который может со временем возникнуть, и говорил о необходимости исследовать новые источники энергии, известные сегодня как возобновляемые (солнце, ветер и геотермальные источники), — подобные идеи были приняты только спустя столетие. В этом смысле Теслу можно считать пионером развития экологической отрасли.

В те годы изобретатель собирал части головоломки, которые приближали его к исполнению цели. До конца не осознавая этого, в 1890-е годы он играл в кошки-мышки с историей науки, порой предвосхищая великие открытия того периода, порой приходя к финишу на секунду позже соперников. Чтобы хорошо понимать правильность выбранного им самостоятельно пути, нужно знать немного больше об одном из последних великих открытий XIX века — электромагнитных волнах.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ВОЛНЫ

Понятие волны — одна из самых интересных находок физики XIX века. Волна — распространение возмущения, вызванного какой-либо причиной (плотностью, давлением или электрическим и магнитным полями) в среде (воде, воздухе, металле или даже вакууме), предполагающее перемещение энергии без перемещения материи (см. рисунок 3). Материя не перемещается, но происходят ее колебания, передающиеся смежной материи, так что эффект распространения волны проходит некоторое расстояние. Простой пример для понимания волн — подземные толчки. Толчок представляет собой волны, передающиеся со скоростью 20000-30000 км/ч. Когда колебания от толчка ощущаются через несколько минут за пять тысяч километров от эпицентра, очевидно, что это не материя преодолела такое значительное расстояние, то есть колебание не

принесло с собой никакой материи из эпицентра землетрясения.

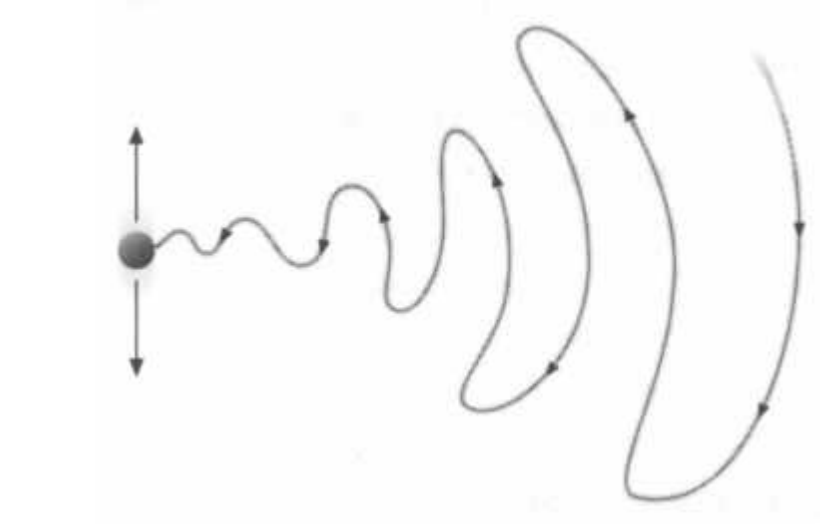


РИС. 3

Колебательное движение частицы, обладающей электрическим или магнитным зарядом, вызывает возмущение вокруг нее, то есть волну. Эта волна зависит от скорости, с которой движется частица, потому что она определяет амплитуду и расстояние между началом и концом волны.

В 1873 году Джеймс Клерк Максвелл опубликовал «Трактат об электричестве и магнетизме», в котором говорилось также о теории силовых линий Фарадея и доказывалось наличие неразрывных связей между этими двумя областями. На самом деле существует только одно поле, объединяющее электрические и магнитные явления, — электромагнитное. Из этого можно сделать несколько важнейших выводов: изменение интенсивности электрического тока вызывает электромагнитное возмущение, распространяющееся в виде волн. Переменное электрическое поле передает свое возмущение магнитному полю, которое, в свою очередь, индуцирует переменное электрическое поле: так, после многочисленных повторений, возмущение распространяется во всех направлениях. Электрические и магнитные волны продвигаются вперед шаг за шагом, перенося энергию, полученную у источника излучения. При появлении нового поля его можно расширить, уменьшить или каким-либо другим способом изменить — в зависимости от того, синхронизированы вершины и ложбины волны или накладываются на другие. Предполагалось наличие широкого спектра электромагнитных колебаний, различающихся по длине волны, то есть по расстоянию между вершинами волны, которые более точно

называют «гребнями» (см. рисунок 4).

Максвелл смог рассчитать скорость распространения электромагнитных волн в вакууме и был поражен, обнаружив, что она равна 315300 км/с и совпадает со скоростью света (сейчас принятая величина — 299792 км/с), рассчитанной французским астрономом Ипполитом Физо (1819-1896) в 1849 году. Не могло быть и речи о совпадении. Это означало, что свет является электромагнитной волной, что объединяло оптику с электромагнетизмом. В ту эпоху понять такие вещи было очень трудно.

РИС. 4 Длина волны — это расстояние между двумя вершинами. Амплитуда — максимальное возмущение волны. Частота — количество повторений волны за единицу времени, то есть количество колебаний за секунду.

Эти невидимые волны дразнили исследователей: казалось невероятным, что волна может распространяться в вакууме без какой-либо материальной среды. Тогда ошибочно утверждалось, будто волны являются следствием распространения флюида. Сегодня мы знаем, что механические волны, такие как звук и сейсмическая активность, распространяются в упругой среде, твердой, жидкой и газообразной, но электромагнитным волнам для распространения среда не нужна — они могут распространяться в вакууме. При этом скорость распространения электромагнитных волн в действительности зависит от среды; в вакууме она равна скорости света.

Отец электромагнетизма преждевременно скончался в 1879 году в возрасте 48 лет, не увидев подтверждения своих теорий, хотя это подтверждение было получено довольно скоро — в 1885 году. Когда Герц исследовал длину волны, превышавшую длину волны света, ему удалось получить в лаборатории электромагнитные волны с характеристиками, предсказанными Максвеллом. Герц доказал, что они могут перемещаться со скоростью света даже в вакууме; свет на самом деле был

электромагнитной волной. Для своих экспериментов он использовал осциллятор (аппарат, вызывавший периодические колебания электрического тока) и резонатор, улавливавший колебания и присоединявшийся к ним, то есть начинавший колебаться, следуя циклу. Он доказал, что энергия перемещается от одного аппарата к другому через пространство, и даже смог определить форму волны, устанавливая резонатор в разных точках лаборатории. Для эксперимента был использован переменный высокочастотный ток.

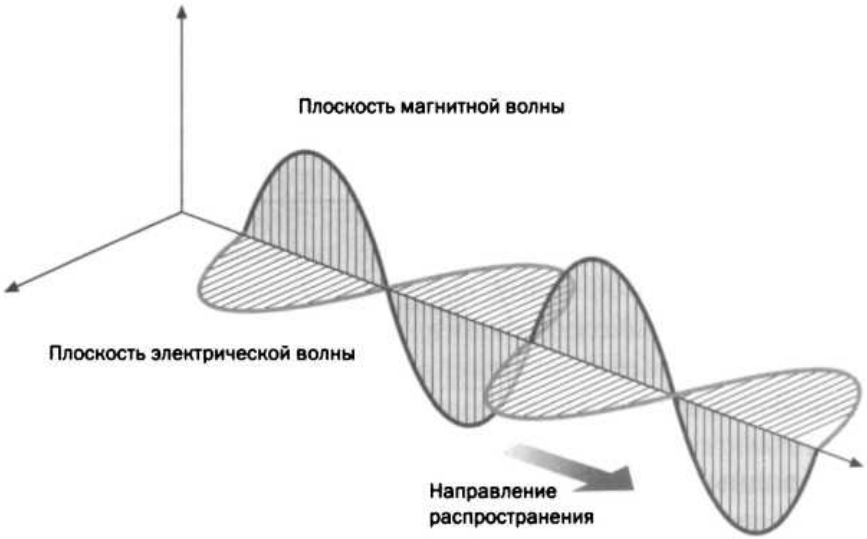


РИС. 5 Электрические и сопутствующие им магнитные волны создают электромагнитную волну и лежат в перпендикулярных областях; если электрические волны вертикальны, то магнитные будут горизонтальны. Обе плоскости продвигаются вместе, перенося энергию, полученную у источника излучения.

В следующее десятилетие многие ученые пытались найти применение герцевым волнам для передачи энергии и сообщений из одного места в другое. Способность таких волн передаваться на расстоянии позволяет им преодолевать длинные дистанции и препятствия. Они могут изменить направление распространения, как свет в воде, а также отталкиваться или отражаться, как свет в зеркале. Употребляя точные термины, мы можем назвать данные свойства отражением, рефракцией и дифракцией волн. Многие осознавали потенциал их применения в различных областях. Задача заполнить пробелы электромагнитного спектра и найти возможности применения волн занимала ученых на рубеже XIX и XX веков.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ СПЕКТР

Электромагнитные волны различаются по своей специфической энергии, которая задается длиной волны и частотой. Кроме того, они могут различаться интенсивностью излучения. Электромагнитный спектр объединяет все электромагнитные волны на основе энергетического распределения.

Радиоволны занимают сектор электромагнитного спектра с наименьшей энергией. Длина их волны настолько велика, что они перемещаются без поглощения и рассеивания молекулами воздуха; очень длинные волны даже могут сделать полный оборот вокруг Земли. Поэтому такие волны прекрасно подходят для передачи массовых визуальных и звуковых сигналов с помощью настроенных пар «передатчик — приемник».

Следующую часть спектра занимают микроволны. Несмотря на название, они не так малы, как показывает приставка (10^{-6}); их длина находится в диапазоне от 1 мм до 1 м. Микроволны достаточно длинные для распространения сигналов по воздуху, как и радиоволны, но, в отличие от радиоволн, их можно сконцентрировать в направленный пучок для безопасной и конфиденциальной передачи. В качестве примера возьмем радар, работающий на микроволнах: микроволны отражаются от твердых тел и возвращают передатчику эхо первоначального сигнала, то есть происходит возврат замедленной волны, оказавшей воздействие на тело. Для точной локализации объекта нужно знать скорость распространения волны в воздухе и время, необходимое микроволне для перемещения на расстояние от передатчика до тела, положение которого требуется определить, и возвращения к передатчику.

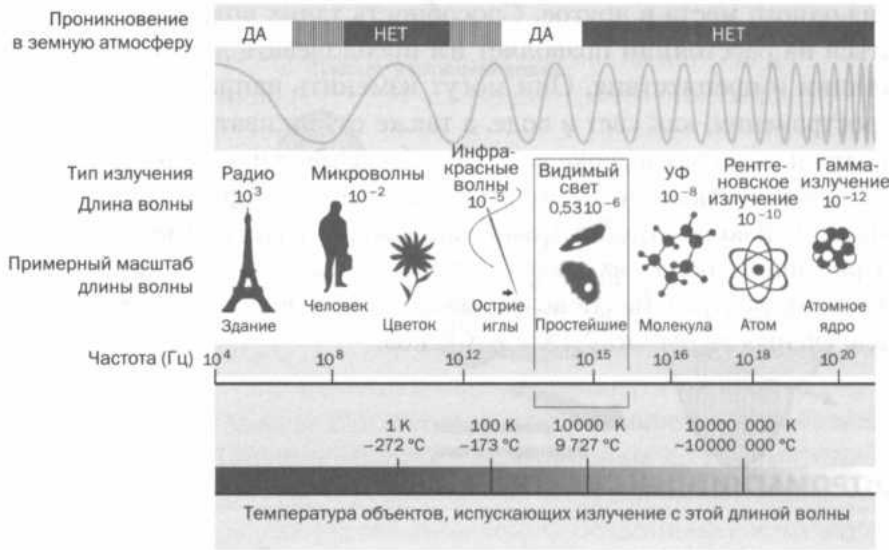


РИС. 6 Диаграмма электромагнитного спектра.

В средней зоне спектра находится самый известный тип электромагнитного излучения — свет или видимый спектр с длиной волны от 400 до 700 нанометров. Нанометр (нм) равен одной миллиардной части метра, то есть 10^{-9} метра. Название «видимый свет» может сбивать с толку, потому что если это излучение человек и может видеть, то только потому, что его зрение эволюционировало, чтобы улавливать его. На самом деле многие животные могут видеть не только в этой части спектра. Змеи воспринимают менее энергетические виды излучения, например инфракрасное, длина волны которого — от 0, 7 до 1000 микрометров. С другой стороны, пчелы способны прекрасно видеть более энергетические виды излучения, такие как ультрафиолетовое: длина его волны — от 40 до 15 нанометров.

После диапазона волн, доступных для восприятия человеку и некоторым животным, находится диапазон волн с очень короткой длиной, несущих много энергии. В первую очередь, мы говорим о рентгеновских лучах с длиной волны, равной одной десятимиллионной части миллиметра, то есть одному ангстрему (А); это примерно размер атома. Рентгеновские лучи способны практически насквозь проходить через тело человека, мускулы, органы и так далее, не взаимодействуя с окружающим и не подвергаясь значительному ослаблению; при этом они поглощаются плотными тканями, такими как кости.

Далее следует диапазон гамма-лучей, длина волны которых не превышает размер протона. Это электромагнитное излучение имеет наименьшую длину волны, которую способно измерить

определенное оборудование. Подобные лучи характеризуются очень мощной энергетической составляющей до такой степени, что важно контролировать их присутствие около человека, потому что они проникают глубоко в материю и наносят вред ядрам клеток. Возникающие в космосе гамма- лучи не доходят до поверхности Земли, но если, например, какая-нибудь звезда взорвется и превратится в сверхновую на расстоянии 25 000 световых лет от Земли, поток освобожденных гамма-лучей выведет из строя все телекоммуникационные системы нашей планеты (см. рисунок 6).

Космические лучи занимают крайнюю часть спектра, их длина волны самая короткая, а частота — самая высокая. Они являются высокоэнергетическими субчастицами, и их происхождение до сих пор спорно. При этом подтверждено наблюдениями, что Солнце испускает космические лучи, обладающие более низкой энергией. Большая часть таких лучей отклоняется магнитным полем Земли, и они не достигают поверхности планеты, однако это не означает, что их эффект не заметен. В ходе реакции с азотом в верхних слоях атмосферы они образуют углерод-14 — радиоактивный изотоп углерода, использующийся для датировки органических образцов. При отклонении магнитным полем от поверхности Земли лучи скапливаются на полюсах, где вызывают ионизацию атмосферы, которая, в свою очередь, является причиной невероятно зрелищных северных сияний.

КАТУШКА ТЕСЛЫ

Тесла был убежден в большом потенциале герцевых волн. Уже в те годы, когда он осмысливал понятие вращающегося магнитного поля (до экспериментов Герца), Тесла описывал Вселенную как «симфонию переменных токов» широкого спектра: его переменный ток в 60 Гц был нижней точкой, восходящая от которой линия достигала значений в тысячи миллионов герц. Изобретатель был уверен, что для понимания и освоения космоса необходимо глубоко изучить необъятную территорию электрических колебаний.

Благодаря триумфу, связанному с переменным током, в десятилетие блеска своего гения Тесла имел достаточно финансовых возможностей, чтобы целиком погрузиться в исследования, для которых ему требовалось доработать используемые им инструменты и прототипы. Чтобы добиться

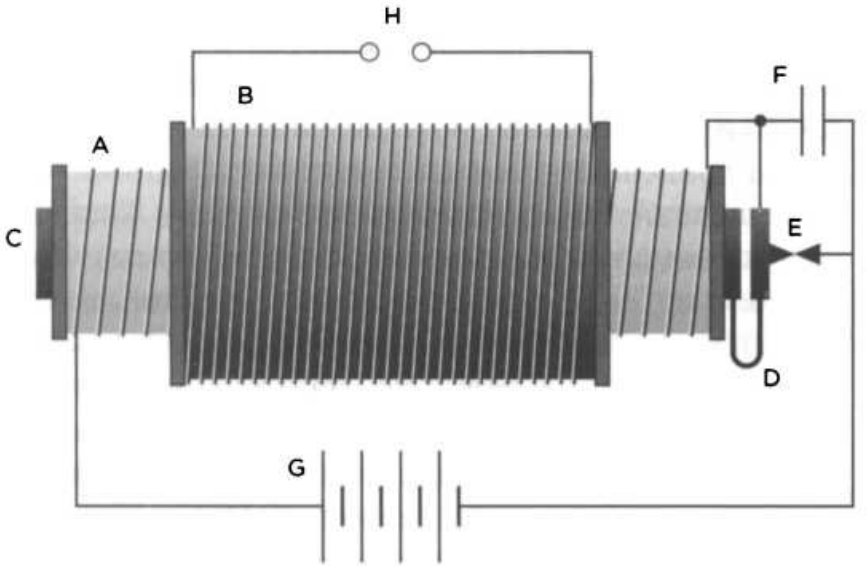
очень высоких значений мощности — порядка нескольких мегаватт, — он разработал знаменитую катушку, носящую его имя. Это высокочастотный резонансный трансформатор, быстро ставший незаменимым устройством во всех научных лабораториях, так как он позволяет усилить слабые волны простейшей цепи Герца и выдерживает токи практически любого напряжения.

Тесла разработал разные модели, испытывая много всяких конфигураций. Обычно катушки Теслы вырабатывают ток радиочастот очень высокого напряжения, и благодаря этому в воздухе можно увидеть потрясающе зрелищные электрические разряды, достигающие нескольких метров. С точки зрения современных технологий напряжение катушек Теслы совсем невелико, но в ту эпоху они намного превосходили имевшиеся в распоряжении источники высокого напряжения — электростатические машины.

КАТУШКА РУМКОРФА

Катушка Румкорфа состоит из двух обмоток с сердечником из мягкой стали (C): первичная (A) обмотка из толстой изолированной проволоки состоит из всего лишь нескольких десятков витков, вторичная (B) — из очень тонкой, покрытой хорошим изолятором проволоки, имеет сотни и даже тысячи витков. Для работы с постоянным током катушка сделана как электромагнит, использующий электрический контакт (E), закрепленный на металлическом ярме (D); контакт расположен с торца сердечника. E включен последовательно с A. Когда на обмотку A подается постоянный ток, сердечник притягивает ярмо D. Контакт E размыкается, ток перестает проходить по A, сердечник перестает притягивать D. Тогда ток от источника постоянного тока (G) снова начинает проходить по A, и так процесс запускается много раз. Ток становится пульсирующим, действует как переменный и индуцирует пульсирующий ток в обмотке B. Напряжение этого тока может составлять несколько сотен или тысяч вольт и зависит от соотношения количества витков на двух обмотках. Далее это напряжение подается на два контакта разрядника (H). Первичная катушка и подключенный к ней последовательно контакт образуют подобие осциллятора, генерирующего импульсы постоянного тока на частоте,

зависящей от механических характеристик электрического контакта (ярма, его упругости и так далее), но всегда равной нескольким десяткам импульсов в секунду. Каждый раз при размыкании E образуются искры, становящиеся со временем причиной износа, поэтому параллельно добавляют конденсатор (F), функция которого заключается в устранении этих искр.



В первых устройствах использовался разрядник (по-английски spark-gap), состоящий из двух противопоставленных, как правило сферических электродов: между ними образовывался разряд при подаче на них напряжения, которое начинало превышать определенную величину электрической прочности воздуха, соответствующую расстоянию между электродами.

Искра вылетает из разрядника с очень высоким напряжением, порядка нескольких тысяч вольт (хотя данная величина зависит от степени разведения электродов), поэтому для питания контура необходим источник с высоким напряжением. В эпоху, когда Тесла разрабатывал первые катушки, единственным имеющимся источником высокого напряжения была индукционная катушка Румкорфа — предшественница современных трансформаторов, генерирующая высокое напряжение и пульсирующий ток от исходного постоянного тока. Эту катушку придумал в 1851 году французский инженер немецкого происхождения Генрих Даниэль Румкорф (1803-1877), хотя тогда переменный ток практически не использовался.

Первая часть катушки Теслы состоит из обычных элементов катушки Румкорфа (см. рисунок 7). Питание идет от основного

источника постоянного тока (G), а вторичная обмотка (S) подключена к двум конденсаторам высокого напряжения (C). Стойки разрядника (A B) располагаются параллельно катушке перед конденсаторами, а контакты разрядника — металлические шарики диаметром меньше 3 см (хотя Тесла использовал для разрядников разные материалы и формы). Конденсаторы состоят из подвижных пластин, опущенных в масло. Чем меньше пластины, тем больше генерируемая частота первых катушек (так как емкость конденсатора меньше). Пластинки, кроме того, помогают компенсировать высокую самоиндукцию вторичной обмотки, добавляя ей емкость. Также на разрядник установлены пластинки из слюды (M), чтобы с их помощью получить поток воздуха, который тушит электрическую дугу, когда уменьшается напряжение между электродами и разряд становится более резким.

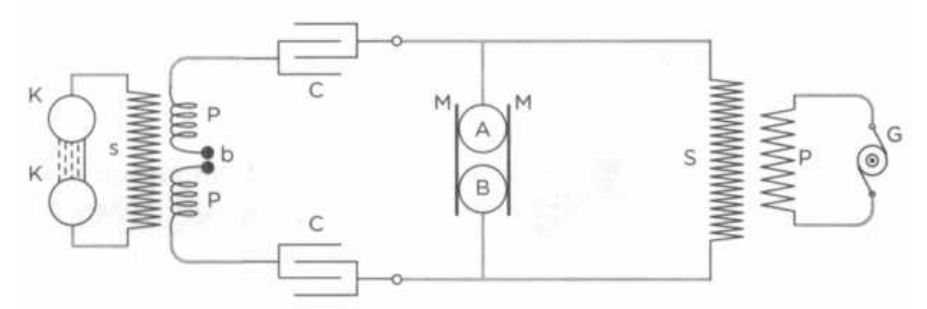


РИС. 7 Схема катушки Теслы.

С этого места начинается то, что считается непосредственно катушкой Теслы. Конденсаторы катушки Румкорфа соединены с цепью из двух обмоток (p), разделенных разрядником (b) и разделителем из твердого каучука. Каждая из обмоток выполнена из 20 витков проволоки, покрытой изолятором из каучуковых трубок толщиной 3 мм. Напротив обмоток первичной цепи находится вторичная обмотка (s), значительно более длинная, чем другие. Она состоит из 300 витков металлической проволоки, покрытой шелком и обернутой каучуковой трубкой, а концы ее вставлены в стеклянные трубки. К ним подключены электроды (K), в последующих моделях замененные тороидом, который часто идентифицируют с катушкой Теслы (см. рисунок 8 на следующей странице).

В позднейших устройствах катушка Румкорфа не использовалась, питание шло от высокочастотных трансформаторов с применением нескольких конденсаторов из бутылочного стекла, погруженных в масло, чтобы избежать потерь от разрядов. В отличие от обычных трансформаторов, в которых

увеличение напряжения ограничено соотношением количества витков на первичной и вторичной обмотках, в катушке Теслы напряжение пропорционально квадратному корню соотношения первичной и вторичной индуктивности в связи с применением электрического резонанса.

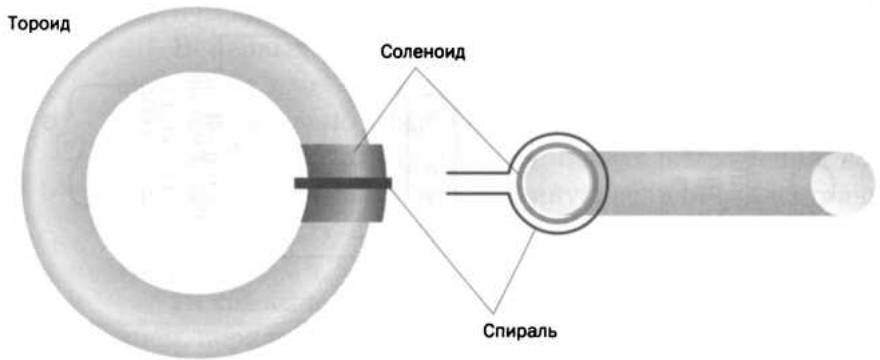


РИС. 8

Идея о том, что необходимо погрузить высоковольтную установку в масло для изоляции, быстро распространилась и стала универсальной системой изоляции для всех аппаратов высокого напряжения. Для уменьшения сопротивления обмоток, значение которого увеличивается вместе с частотой до такой степени, что может стать сильным ограничивающим фактором для высоких частот, Тесла использовал закрученные проводники с двумя отдельными изолированными проводами. Ему постоянно не хватало времени запатентовать свои аппараты и методы, так что и эта находка распространилась, не предоставив своему создателю никаких выгод, а через несколько лет уже другие люди стали ее продавать. Скрученный провод сегодня известен как литцендрат.

ТЕСЛА И РАДИО

Тесла разработал несколько катушек: одни — большие для высокого напряжения, другие (новые конфигурации катушек) были сделаны специально для распространения токов и колебаний по окружающей среде от одной точки в пространстве до другой, находящейся далеко. Были и катушки, принимающие передаваемые сигналы. Использование катушек в качестве передающих и принимающих устройств стало отправной точкой для исследований возможности радиопередач. В начале 1890-х

годов Тесла смог создать устройства для генерирования и улавливания радиоволн, хотя это достижение обычно связывают с именем Гульельмо Маркони (1874-1937).

Катушки Теслы для передачи сигнала на расстоянии стали прообразом первых беспроводных радиоаппаратов — искровых передатчиков. Искры, возникающие на электродах катушек Теслы, создают короткий импульс радиочастоты (РЧ) из-за самоколеблющегося разряда, который вызывается при накоплении заряда конденсатором. В искровых беспроводных передатчиках вторичная обмотка подключена к длинному проводу, подвешенному в воздухе и используемому как передающая антенна. Электрические характеристики (индуктивность и емкость) вторичной обмотки и антенны определяют частоту испускания сигнала искровым передатчиком.

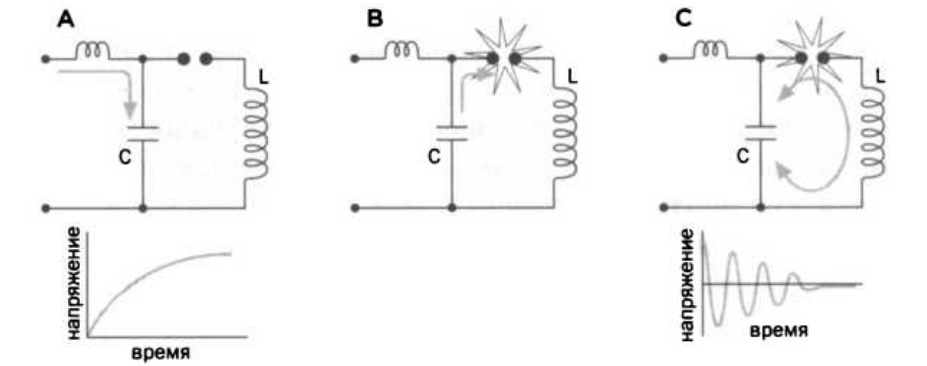
Для приема сигнала Тесла применял схожую с передатчиком катушку, используя взаимоиндукцию. Электрическое поле, создаваемое катушкой-передатчиком, могло индуцировать ток в катушке-приемнике, находящейся на расстоянии. После улавливания сигнала вторичной обмоткой приемника он использовался как трансформатор напряжения для того, чтобы получить на выходе первичной обмотки меньшее напряжение и большую силу тока.

В результате этих экспериментов весной 1893 года Тесла представил детальный доклад о принципах радиосвязи в Институте Франклина в Филадельфии. Через некоторое время в Сент-Луисе, перед членами Национальной ассоциации электрического света, он провел первую экспериментальную демонстрацию системы радиосвязи — со всеми элементами, которые впоследствии использовали в усовершенствованных версиях другие изобретатели. Все это происходило за три года до экспериментов Маркони. Именно Тесла впервые описал основные компоненты радио. Это антенна, заземление, контур земля-воздух для настройки, установка для получения сигнала и еще одна — для передачи сигнала, которые должны были быть настроены на одну частоту, а также устройства для улавливания волн.

ГЕНЕРИРОВАНИЕ ИМПУЛЬСОВ РАДИОЧАСТОТЫ

На рисунке А начинается заряд конденсатора С током высокого напряжения, подаваемым на цепь. Когда достигается напряжение пробоя на разряднике, происходит разряд

конденсатора C через разрядник с образованием искры (см. рисунок B). Ток проходит по обмотке L и снова заряжает конденсатор C; даже при измененной полярности (см. рисунок C) цикл разряда повторяется, хотя моментальное напряжение при нем ниже. Так продолжается много раз, пока, после нескольких циклов с уменьшающейся амплитудой, не затухает импульс радиочастоты.



Тесла в своих идеях относительно радио шел не совсем по верному направлению. Для экспериментов он использовал те же принципы и то же оборудование, что и для беспроводной передачи электрической энергии. Он считал, что радио основано на проводимости, а не на излучении, и что передача и прием могут быть достигнуты при электрическом резонансе и емкостных разрядах. Изобретатель часто оказывался в плену более общих рассуждений из-за пристрастия к простоте, контрастировавшей с невероятной амбициозностью его проектов.

На самом деле изобретение радио невозможно приписать какому-то одному исследователю. Над вопросом одновременно работали несколько ученых, они проводили демонстрации своих результатов и получали патенты. В 1894 году, после демонстрации Теслы, но до Маркони, английский физик Оливер Лодж (1851-1940) стал первым человеком, передавшим телеграфный сигнал без проводов, используя герцевые волны, на расстояние 150 м. Лоджу удалось сделать передатчик и приемник: таким образом он передал сигнал с помощью азбуки Морзе между двумя зданиями в Оксфорде.

Два года спустя, в 1896-м, молодой Гульельмо Маркони представил в Лондоне беспроводной передатчик, аналогичный тому, который был у Лоджа. Аппарат включал заземление и антенну, с его помощью Маркони провел простейшие эксперименты в Болонье. Скоро он увидел, что его оборудование как две капли воды похоже на аппараты Теслы, представленные в

1893 году, — подробные данные о них были опубликованы на разных языках.

Затем, когда разгорелся конфликт относительно авторства изобретения, Маркони отрицал, что прочел статьи про систему Теслы. Однако на самом деле вряд ли он оставался в неведении, поскольку на лекции, прочитанной Теслой в Лондонском королевском обществе в 1892 году, присутствовал и инженер-электрик Уильям Генри Прис, который в тот момент как раз занимался проектом системы беспроводного телеграфа для британской почты, а затем стал работать и тесно общаться с Маркони. В своем убеждении, что знание должно служить человечеству, Тесла на лекции рассказал о своих последних экспериментах, которые включали также изобретение радио. Он ловко обошел некоторые моменты, но опытный инженер в данной сфере мог без особого труда заполнить лакуны.

Когда Маркони в 1901 году передал радиосигнал через Атлантику, букву S на азбуке Морзе, прошедшую путь с Новой земли (Канада) до Корнуолла (Соединенное Королевство), то для своего оборудования он использовал 14 патентов, зарегистрированных Теслой и включавших описание ключевых устройств для системы радиопередачи. Вопрос о том, кто первым придумал радио, годы спустя вновь заставил разгореться жаркие споры, но об этом мы поговорим далее.

ТЕСЛА И РЕНТГЕНОВСКИЕ ЛУЧИ

В 1860-е годы группа физиков из Боннского университета начала исследование природы свечения вакуумных трубок Гейслера и обнаружила, что когда электрический ток движется между электродами — от отрицательного электрода (катода) к положительному (аноду), — то по прямой траектории проходят некоторые лучи. Эти лучи были названы катодными. Было доказано, что они могут проецировать объекты, тени. Между 1869 и 1875 годами британский ученый Уильям Крукс (1832-1919) внес изменения в вакуумную трубку, создав внутри нее более совершенный вакуум, и более глубоко исследовал природу катодных лучей. В одном из своих опытов Крукс разместил в трубке мальтийский крест, и на задней стенке трубки в флуоресценции, возникающей при столкновении лучей со стеклом, возникла четкая тень (проекция) креста (см. рисунок 9). При использовании фотопластинок трубка Крукса делала нечеткие снимки, но данное явление английский ученый мало

исследовал.

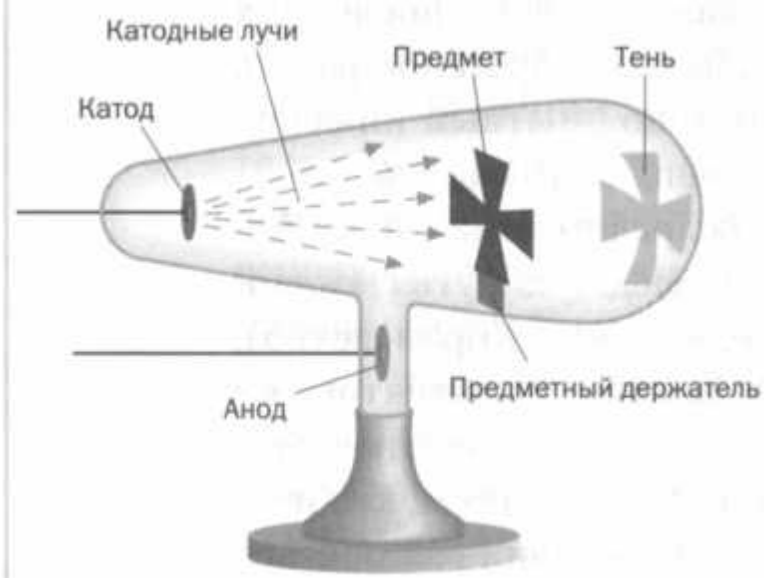


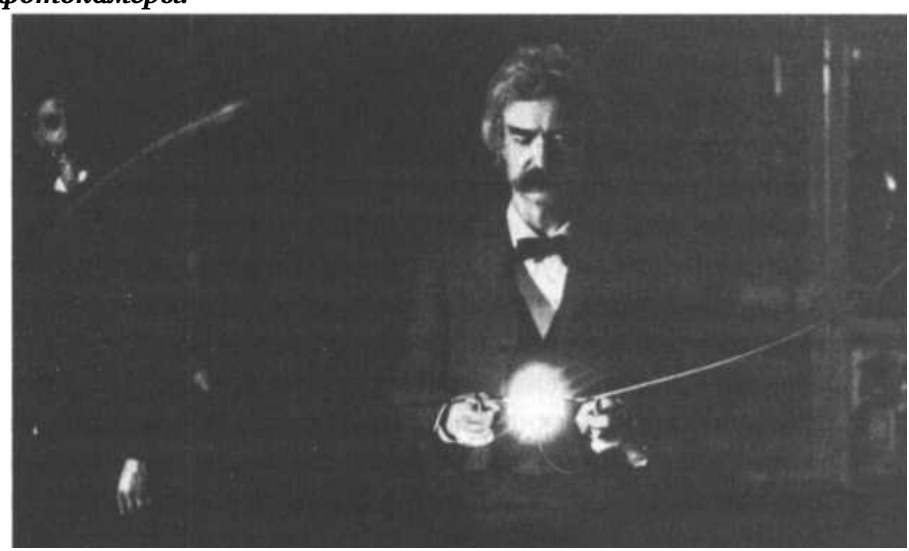
РИС. 9 Схема трубки Крукса с мальтийским крестом внутри.

Тесла, пораженный феноменом, обнаруженным им во время экспериментов с фотографиями, которыми он занимался со своим другом Марком Твеном, начал сопоставлять результаты и изучать работы Крукса, что привело его к исследованию катодных лучей. Для этого Тесла разработал собственную трубку — однополярную лампу, имеющую только один электрод. Когда на него поступало высокое напряжение от одной из катушек, от электрода исходил пучок катодных лучей, сталкивавшихся со стеклянной стенкой.

После разработки своего варианта трубки Крукса Тесла заметил, что в точке столкновения лучей со стенкой или на аноде в биполярной трубке возникают «невидимые лучи», оставляющие «аномальные отметки и образы». Его догадка оказалась удивительной. Будущие трубки рентгеновского излучения следуют такому же принципу. Говоря языком современных терминов, катодные лучи представляют собой поток электронов. Это стало понятным после длительной серии экспериментов, в том числе с магнитным полем. Когда электроны достигают стеклянной стенки, то резко останавливаются, и сильное торможение вызывает высокочастотные электромагнитные волны, находящиеся в зоне спектра, соответствующей рентгеновским лучам. Такое излучение называется тормозным (нем. Bremsstrahlung).

НЕПРЕДВИДЕННОЕ ОТКРЫТИЕ

После первых экспериментов Теслы с вакуумными трубками, имеющих целью обнаружить присутствие излучения, началось и его активное сотрудничество с фотографами Манхэттена. В 1894 году Томас Коммерфорд и Роберт Джонсон организовали в его лаборатории фотосессию, где знаменитые персонажи были сняты, освещенные флуоресцентными лампами изобретателя. На самой известной фотографии из той серии мы можем увидеть Марка Твена — друга Теслы, часто приходившего в его лабораторию и ставшего свидетелем многих экспериментов. На той фотографии он в полутьме держит в руках лампу, от которой исходит яркий свет; в такой почти магической атмосфере на заднем плане можно разглядеть в сумраке и Теслу. В тот же год, во время одного из частых визитов Твена, Тесла предложил ему сфотографироваться — на этот раз при освещении трубкой Гейслера. Когда фотографы проявили фотопластинку, то обнаружили, что снимок писателя не получился, зато почему-то был виден один из винтиков, настраивающих линзу фотокамеры. Тогда Тесла не знал, что они сделали первую в США фотографию в рентгеновском излучении, но в любом случае он понял, что от трубки исходил некий «очень особый вид излучения», из-за которого на фотопластинке отобразился внутренний фрагмент фотокамеры.



Стоя на резонансной катушке, Марк Твен держит металлическое кольцо с лампой накаливания. Ток высокой частоты и напряжения проходит через его тело и зажигает лампу. На

заднем плане — Тесла, включающий цепь.

Никола Тесла первым идентифицировал его и предложил интерпретацию природы данного излучения. В статье, где говорилось о нем, изобретатель заявлял, что катодный поток состоял из мельчайших частиц. Такая мысль открывала для исследователя верный путь к пониманию явления. Квантовая физика в течение еще многих лет занималась описанием свойств элементарных частиц, носителей разных форм электромагнитного излучения и в силу этого ответственных за квантовые проявления электромагнитных явлений, так называемых фотонов.

Тесла открыл, что лучи, невидимые человеческому глазу, могут проходить через человека даже с расстояния нескольких метров, и получил невероятные изображения человеческих тел, которые назвал «тениграммы». Заметив, что некоторые ткани тела меньше пропускают лучи, он предложил использование излучения в медицине, например для того, чтобы определить положение инородных предметов в теле.

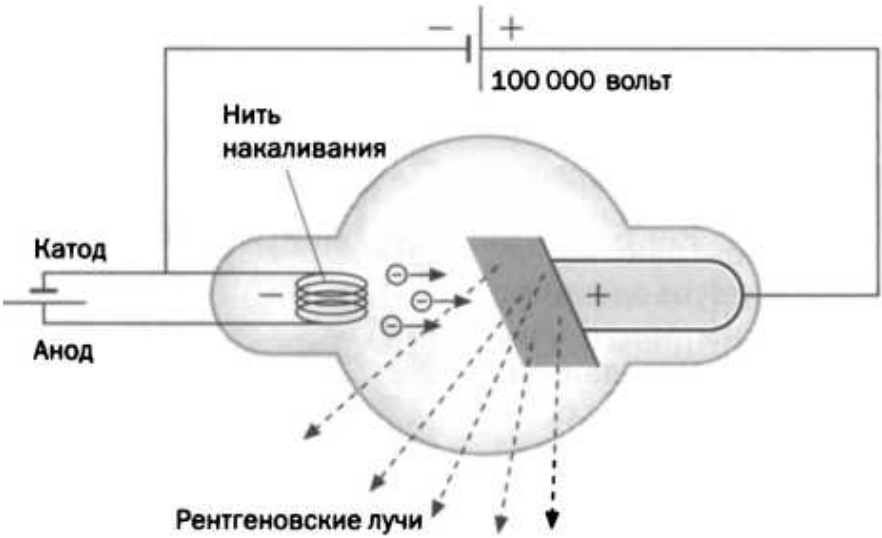
В ту эпоху ученые не знали об опасности экспериментов с излучением. Жажда открытий и энтузиазм привели многих исследователей рентгеновских лучей, а затем и радиоактивности к проведению очень вредных для здоровья опытов. Сам Тесла по 40 минут занимался фотографированием своего черепа, после чего у него возникали сонливость, временная потеря памяти и ощущение жжения в голове. Сначала он решил, что излучение может иметь терапевтический эффект и стимулировать работу мозга, но постепенно симптомы становились все более тревожными: раздражение и боль в глазах, ожоги на коже, выпадение волос... Тесла довольно скоро осознал, что излучение не безобидно. Одним из первых он заговорил о трех принципах безопасности при работе с рентгеновскими лучами — расстоянии, времени и защите.

ТОРМОЗНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

В рентгеновской трубке ток нагревает катод, испускающий электроны, начинается термоионное излучение. Электроны ускоряются из-за разности потенциалов, сталкиваются с анодом и там рассеиваются. Они в основном взаимодействуют с ядрами атомов анода и передают им импульс. Согласно классической физике, заряженная частица в результате ускорения (как в случае

электрона при взаимодействии с анодом) должна постоянно испускать электромагнитное излучение. Так как масса ядра значительно превышает массу электрона, он практически не получает энергии. Если $T_н$ — начальная кинетическая энергия электрона, а $T_к$— конечная, то в процессе торможения в виде тормозного излучения будет рассеяна энергия, равная значению ΔT:

$$\Delta T = T_н - T_к.$$



В тот момент, когда Тесла был поглощен этими ключевыми исследованиями, произошли обстоятельства, замедлившие его быстро продвигающуюся работу. В апреле 1895 года был запущен первый большой генератор гидроэлектростанции на Ниагарском водопаде, названный именем Теслы и с указанием номеров его патентов, выгравированных на дощечке. План развития проекта реализовывался весьма успешно, с соблюдением всех сроков. Но как часто случалось в жизни Теслы, счастливые моменты достижений приходили одновременно с несчастьями:

13 марта того же года, ночью, в 02:35, начался пожар на первых этажах дома 33-35 по Пятой авеню. Пламя быстро распространялось, пятиэтажное здание запылало и обрушилось. Лаборатория Николы Теслы находилась на пятом этаже.

ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ НА НИАГАРСКОМ ВОДОПАДЕ

Гидроэлектростанция на Ниагарском водопаде по своему масштабу была признана новым чудом света; ее

строительство продолжалось несколько лет и потребовало участия многих видных инвесторов и ведущих инженерных компаний. Вестингаузу пришлось уступить «Дженерал Элеткрик», владеющей основными патентами, контракт на линии передачи и распределения между Ниагарским водопадом и первым большим населенным пунктом, которого должны были достичь линии, Буффало, находящимся на расстоянии 40 км.

В 1896 году электрический свет от Ниагарской станции пришел на улицы и в дома этого города, что шумно отметили выстрелами пушек, звоном колоколов и свистом. Следующий этап был связан с переходом на переменный ток «Питтсбург Редакшн Компани», которая впоследствии стала называться «Алюминиум Компани оф Америка» («Алькоа»). Металлургическая отрасль стагнировала в ожидании тока высокого напряжения. Производство алюминия имело решающее значение для будущего, в частности для развития авиационной отрасли. Несколько лет спустя электричество от Ниагары пришло в Нью-Йорк, и тогда впервые зажглись сияющие по сей день огни Бродвея.

Зал генераторов электростанции № 1, названной станцией Эдварда Дина Адамса, комплекса Ниагарской ГЭС.

Это был непоправимый удар. Труды половины жизни изобретателя с моделями, чертежами, заметками, архивами, фотографиями и инструментами сгорели дотла, и восстановить их не представлялось возможным. Это были бесчисленные потери лабораторного оборудования и аппаратов собственного изготовления, копий которых не существовало, а также ущерб с точки зрения вложенных в лабораторию знаний и времени. Ни лаборатория, ни оборудование не были застрахованы. До того времени Тесла прекрасно жил благодаря продажам патентов, не заботясь о финансовой стороне, но все полученные средства он вложил в исследовательское оборудование. По расчетам прессы ущерб составлял 50 000 долларов, но изобретатель называл цифру в один миллион, принимая во внимание потери от будущих неполученных патентов и затраты на возобновление работ практически с нуля. Непосредственным следствием пожара стала задержка в его исследованиях, по некоторым направлениям Тесла так и не смог достичь прежнего уровня, как в случае с рентгеновскими лучами. Находки последних месяцев в этой области были уничтожены огнем.

Многие выказали солидарность с Теслой в его трагедии, в газетах печатались статьи с кричащими заголовками, такими как «Пропали труды гения». Сам Эдисон пришел на помощь бывшему врагу, дав разрешение временно пользоваться своей лабораторией в Нью-Джерси. Именно тогда, в сложных обстоятельствах, в которых оказался Тесла, Эдвард Дин Адамс, председатель комиссии по Ниагарскому водопаду и глава фирмы, занимающейся его использованием, предложил изобретателю полмиллиона долларов для создания нового общества при поддержке корпорации Джона Моргана. Тесла серьезно задумался над предложением. В пользу его принятия говорило то, что поручители обещали ему спокойную жизнь. С другой стороны, Морган был известен своей жесткостью: произошедшее по его инициативе слияние компаний Эдисона и Томсона в «Дженерал Электрик» нейтрализовало обоих изобретателей, что поставило в безвыходное положение Вестингауза. Решение Теслы было следующим: он принял помощь в размере 40000 долларов, но отказался создавать фирму. Многие из его окружения посчитали это его второй крупной ошибкой в мире бизнеса.

В ноябре 1895 года, когда Тесла еще не нашел места для новой лаборатории, немецкий физик Вильгельм Рентген (1845-1923), занимавшийся катодными лучами, обнаружил существование излучения неизвестной природы и назвал его икс-излучением. Его волны появлялись, когда катодные лучи воздействовали на стеклянные стенки вакуумной трубки и

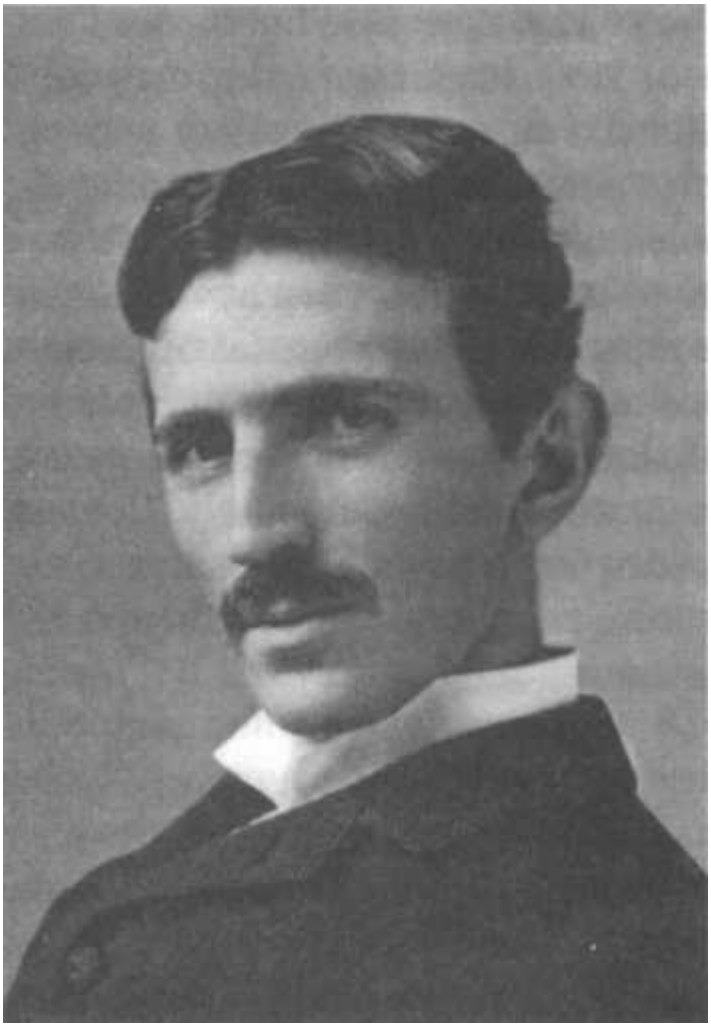
распространялись от этого источника во всех направлениях. Их траектория была прямолинейной, как у света, они воздействовали на фотоматериалы и не отклонялись в присутствии электрического или магнитного полей. В течение многих лет не было до конца понятно, волны это или частицы. Рентген открыл, что они легко могут проходить через вещества с низкой плотностью, такие как мускулы человека, и поглощаются материалами с высокой плотностью, такими как кости. Ученый предложил использовать лучи в медицине для получения внутренних изображений тела человека. В январе 1896 года был опубликован отчет о его открытии вместе с радиографией костей руки его жены. Данный снимок стал знаменитым на весь мир.

Скоро после публикации открытия Рентген получил письмо из США с поздравлениями от уважаемого изобретателя Николы Теслы, а также серию его «тениграмм», которые удалось спасти из пожара в лаборатории. Это были изображения, сделанные с помощью икс-лучей: одно из них демонстрировало кости руки самого изобретателя, другое — кости ноги, снятые через ботинок. Ответ немца не заставил себя ждать:

«Уважаемый господин, Вы невероятно поразили меня своими замечательными фотографиями и разрядами. Благодарю Вас за них.

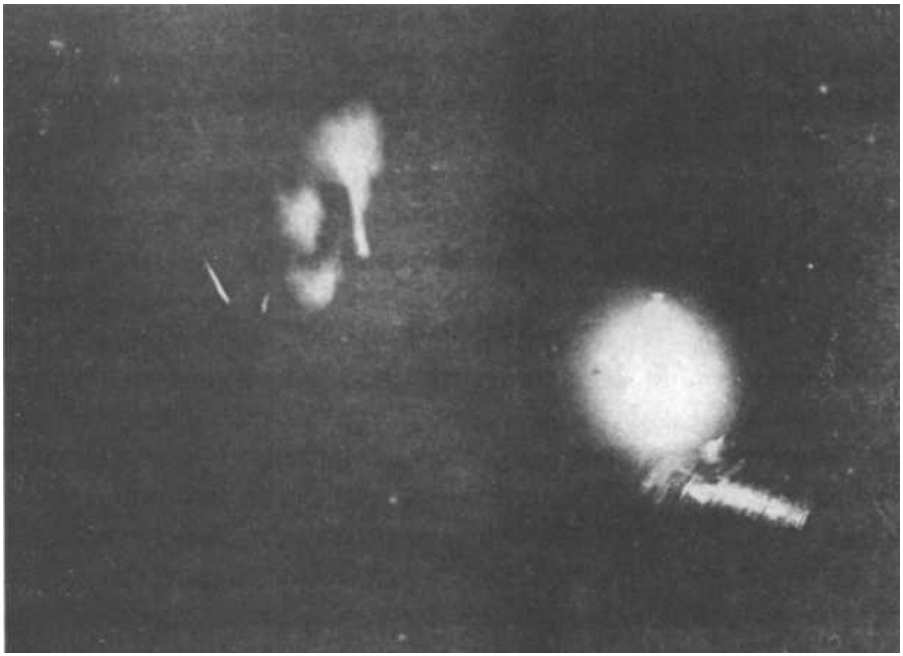
Как я был бы рад узнать, каким образом Вам удалось это сделать!

С искренним уважением, Ваш В. Рентген».



Никола Тесла в возрасте 36 лет, на вершине славы.

Тесла рядом с колоссальной обмоткой одной из своих катушек читает Theoria Philosophise Naturalis физика и математика XVIII века Руджера Босковича.



Первая фотография, снятая с флуоресцентным светом, на которой изобретатель запечатлен рядом с одной из своих ламп.

Немецкий ученый получил Нобелевскую премию по физике в 1901 году, став первым Нобелевским лауреатом в этой области научных знаний. Деньги он подарил своему университету, а изобретение не стал патентовать, заявив, что хочет, чтобы практическое применение его лучей принесло пользу человечеству. Кроме того, он не желал, чтобы эти лучи назывались его именем (хотя в некоторых странах их называют именно так). Тесла никогда не оспаривал авторство данного открытия. Рентген определил происхождение и характеристики лучей, а Тесле не удалось разгадать их необычную природу. Правда, догадки Теслы были верны; если бы не случилось ужасного пожара в лаборатории, скорее всего ему удалось бы закончить исследование раньше своего коллеги.

РАДИОУПРАВЛЯЕМЫЙ АВТОМАТ

После пожара Тесла постарался как можно скорее вернуться к исследовательской деятельности в новой лаборатории на Хаустон-Стрит, рядом с Чайна-тауном. Ему не терпелось продолжить исследования с того же места, на котором он был вынужден прерваться, особенно его интересовало изучение

радиосвязи, так как в данной области началась безжалостная борьба на мировом уровне. Вестингауз одолжил ему несколько приборов, хотя это стоило длительных и долгих переговоров с сотрудниками его компании — им Тесла вынужден был напомнить о выгодах, получаемых компанией благодаря его работам.

И все равно Тесле потребовалось много времени на восстановление. Сильно мешало отсутствие собственных аппаратов. Финансовая независимость была потеряна, и изобретателя затягивала пучина долгов. Пытаясь заработать, Тесла в 1896 и 1897 годах попробовал сделать рентабельными свои изобретения. Он считал, что его открытия в области электромагнитных волн могут применяться в разных сферах. Как раз тогда появились несколько его изобретений в области электротерапии, не имеющих большой значимости. Сегодня они забыты.

РИС. 10 Детектор сигналов Теслы.

В начале 1898 года, когда страна готовилась к неотвратимой войне с Испанией на Кубе, у Теслы появилась возможность показать публике одно из своих передовых изобретений, которое

подтверждало его значительные успехи в волновой беспроводной передаче энергии. Для демонстрации он воспользовался Первой ярмаркой электричества в Мэдисон-сквер-гарден. Там был представлен первый механический аппарат на радиоуправлении — небольшая подводная лодка, управлявшаяся на расстоянии с помощью беспроводной связи от дистанционного пульта. Демонстрация произошла за два года до официального дня рождения радио, отцом которого назвали Маркони. Так было доказано, что уже тогда Тесла мог отправлять информацию и инструкции, пользуясь данным видом связи, а также знал принципы автоматизации. Кроме того, Тесла дополнил лодку механическими устройствами контроля движения. Однако его надежда на то, что командование флота обратит внимание на возможности изобретения, пропала впустую.

За годы до появления приборов для улавливания радиосигналов и за полвека до изобретения транзисторов лодка Теслы уже была оснащена очень интересным, хотя более примитивным, чем вышеперечисленные устройства, приспособлением для приема сигналов радиопередатчика (см. рисунок 10). Тесла использовал цилиндрический сосуд из металла, наполненный гранулами проводящего материала, например оксида железа. Входящим сигналам хватало силы для перемещения гранул, так что они включались в цепь и могли проводить электричество, управлять двигателем или рулем. Для приведения детектора в начальное состояние небольшой моторчик поворачивал его как песочные часы с помощью центрального металлического стержня, пересекающего цилиндр.

Этот простейший прототип является общим предком всех радиоуправляемых моделей современности — от отрасли автоматизации производства до робототехники. Он был первой демонстрацией новой эры технологического развития, которая через много лет вступила в свои права. Действительно, во второй половине XX века много исследователей по информационным технологиям и робототехнике с удивлением столкнулись с патентами Теслы, когда пытались зарегистрировать свои изобретения.

Но эта передовая технология не стала известной.

ЛОДКА ТЕСЛЫ

Система Теслы могла применяться для любого транспортного средства, которому было свойственно

двигаться и быть управляемым,— для лодки, воздушного шара или автомобиля. Согласно оригинальным иллюстрациям к патенту 613809 от ноября 1889 года (см. рисунки 1 и 3), прототипом являлась лодка (A). Ее схема могла включать возможность перевозки любых грузов в нескольких помещениях (B). Лодка приводилась в движение винтом (C), закрепленным на оси электромагнитного двигателя, который работал, используя энергию аккумулятора (E). Направляющий двигатель (F) соединялся с зубчатым колесом (G), зафиксированным вертикальной балкой (H). Последняя приводила в действие руль (F'). Аппарат управлялся с помощью приемника, связанного с синхронизированным дистанционным источником сигнала, как показано на рисунке 2.

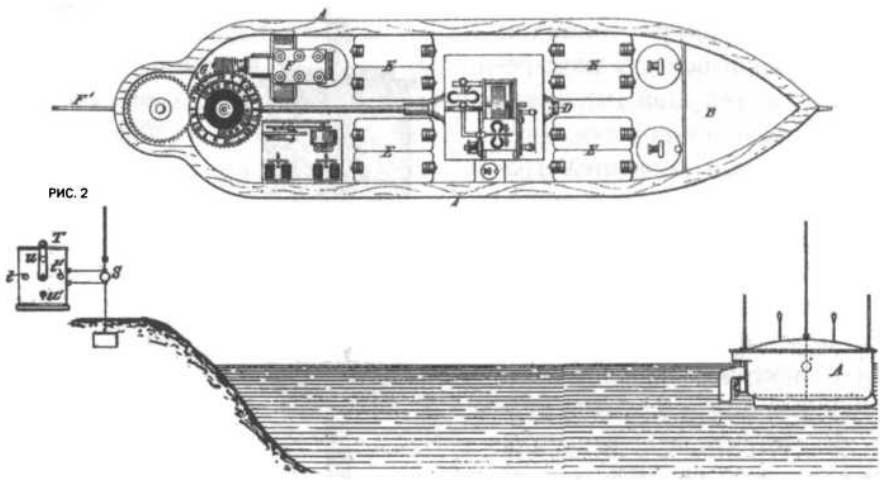


РИС. 1

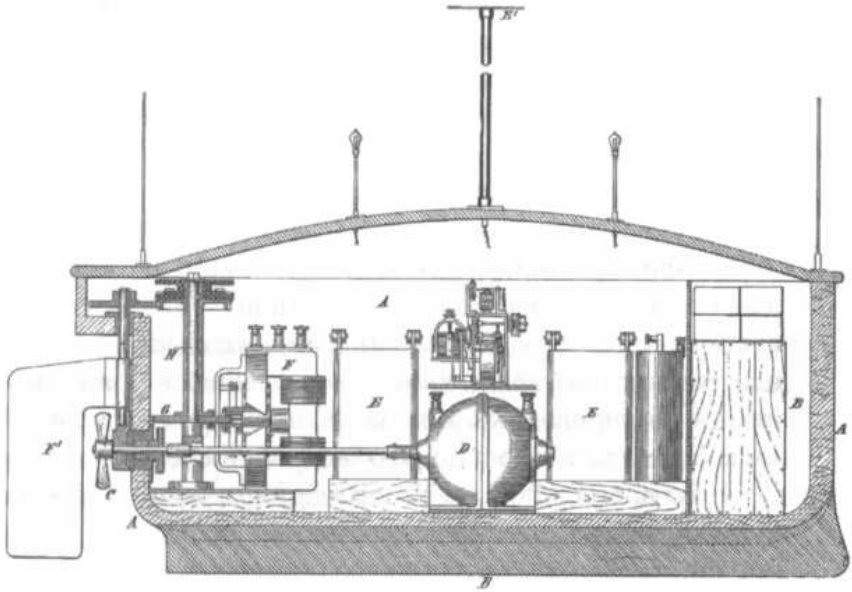


РИС. 3

Принцип дистанционного управления основывался на использовании электрического осциллятора (S), контролируемого коробкой управления (T). Управление осуществлялось рычагом с четырьмя положениями, с помощью которых на антенну (E') судна (A) направляли четыре различных типа электрических сигналов. Контур-приемник работал на одной частоте с направляемыми сигналами и превращал электричество в движение, активируя основной двигатель: положение вперед — (u), назад — (u'), а для двигателя управления положение направо — (t), налево — (t').

Люди еще не были готовы к тому, чтобы принять возможность дистанционного управления и автоматизации. Отчеты военного руководства относительно изобретения говорят о непонимании сути идеи и о том, что в то время различиям акцентов и цвету кожи в США еще придавалось большое значение. В ту эпоху предприниматель Эндрю Карнеги, известный своей филантропической деятельностью, не уставал повторять: «Скоро у нас будет сильная раса англоговорящих людей, которые смогут справиться с почти любыми бедами в этом мире».

В начале 1899 года у Теслы возникли денежные затруднения. Из-за своей обычной рассеянности он не смог соблюсти сроки сдачи некоторых электротерапевтических моделей, таких как подушка Теслы. Высокий уровень продаж данных изобретений был обеспечен, так как люди уже ждали их. С другой стороны,

научное сообщество критиковало его за радиоуправляемые аппараты, пытаясь доказать невозможность их использования в реальной ситуации. Тесле не оставалось ничего другого, как тратить время на объяснения, чтобы заставить обвинителей замолчать, писать ответные статьи с решениями для потенциальных проблем. По сути, критика была направлена скорее против его методов, индивидуализма, секретности и тяги к сенсационности, чем против его достижений. На самом деле финансовые возможности, открывшиеся при коммерциализации беспроводных аппаратов, привели к соглашению Пупина, Эдисона и Маркони об объединении усилий.

В то время Марк Твен находился в поездке с лекциями по Европе. Писатель был полностью солидарен со своим другом Теслой, надеясь на то, что наука станет двигателем прогресса и цивилизации. При этом он не мог спокойно наблюдать за тем, как в последние годы XIX века мировые державы использовали науку для создания сверхмощных машин уничтожения в гонке вооружений, которая впоследствии катастрофически проявила себя в годы Первой мировой войны. Когда он узнал о появлении радиоуправляемых роботов Теслы, он написал другу следующее письмо:

«Дорогой господин Тесла,

есть ли у Вас патенты для Австрии и Англии для этого разрушительного ужаса, который Вы изобрели? Если да, могли бы Вы назначить им цену и установить мне комиссию за их продажу? Я знаком с членами кабинетов обеих стран (а также Германии и самим Вильгельмом II).

Я пробуду в Европе еще год.

Здесь в отеле вчера вечером несколько заинтересованных в данной теме людей обсуждали средства, которые могли бы убедить государства присоединиться к царю и к акции разоружения. Я посоветовал им поискать что-нибудь более надежное, чем разоружение, принятое в виде непрочного соглашения на бумаге. «Пригласите великих изобретателей, чтобы они разработали средства для того, чтобы армия и флот стали ненужными, тогда мы сделаем войну невозможной». Я не подозревал, что Вы уже над этим работаете и готовитесь принести нам вечный мир и разоружение в удобной и обязательной для всех форме. Я знаю, что Вы занятой человек, но попросил бы Вас уделить мне время и написать несколько строк.

Искренне Ваш,

Марк Твен».

По всей видимости, писатель начал переговоры с

европейскими правительствами, хотя никаких конкретных договоренностей не было достигнуто. История XX века развенчивает доктрину взаимного уничтожения как сдерживающего фактора в военных конфликтах. Сам Тесла признал годы спустя наивность этой мысли: увеличение мощности оружия не могло быть остановлено. Однако между 1898 и 1899 годами он попытался заинтересовать американское правительство, а также некоторых предпринимателей в своих автоматизированных средствах передвижения, но все посчитали его изобретение химерой.

В деятельности у Теслы продолжался застой, и ему нужен был решающий рывок. Тогда изобретатель подумал, что настал момент снова вернуться к тому, в чем он уже получил преимущество, — к беспроводной передаче энергии. Накопленный Теслой за последнее десятилетие опыт в данной сфере показывал ему, что земная кора — превосходный проводник для всех видов волн. Но для ее использования нужно было выяснить частоту колебания Земли. Поиск ответа на этот вопрос занял несколько следующих лет жизни исследователя.

ГЛАВА 4
Беспроводная мечта

На заре XX века Никола Тесла увидел, как грядет подтверждение его некоторых передовых научных идей о будущем. Это произошло благодаря опытам, которые он осуществил в горах Колорадо: данные работы позволили ему заручиться необходимым доверием для строительства мирового центра беспроводной передачи информации и электричества. Тесла мечтал создать мир, наполненный доступной информацией и не испытывающий энергетической зависимости.

В 1899 году Никола Тесла предложил вступить в дело своему другу, предпринимателю Джону Джейкобу Астору IV (1864- 1912); они часто вели длинные беседы за ужином в «Палм- Рум» — одном из ресторанов отеля «Уолдорф-Астория», хозяином которого и был друг изобретателя. Мультимиллионер соглашался инвестировать средства в дела с гарантированным доходом, но не хотел иметь ничего общего с непонятными и рискованными исследованиями. Тесла понял, что никогда не убедит его с помощью разговоров о революциях и будущем человечества, поэтому решил действовать иначе. Он предложил ему профинансировать проект разработки новой лампы, значительно более совершенной, чем его собственные лампы накаливания. Новая лампа должна была тратить в три раза меньше энергии по сравнению с другими моделями, работать вечно и дешево стоить. Астор согласился инвестировать 100000 долларов взамен на патенты на лампы и осцилляторы Теслы. Он не знал, что ученый намеревается направить его деньги на другой проект.

Тесла поговорил с Леонардом Кертисом, адвокатом, защищавшим интересы Вестингауза в войне токов, чтобы тот помог ему найти площадку для продолжения опытов. Это должно было быть безопасное место, где ничто не помешало бы измерениям и опытам; поэтому, с одной стороны, нужно было отдалиться от населенных пунктов, но с другой — для работы требовалось много электроэнергии, а также большие объемы воды. Там Тесла собирался построить лабораторию по своему проекту для проведения экспериментов с токами очень высокого напряжения, которые он был намерен проводить глубокой ночью, когда линии меньше загружены.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ СТАНЦИЯ В КОЛОРАДО-СПРИНГС

Никола Тесла разместил свою лабораторию в горах примерно в километре от ближайшего городка у подножья пика Пайк, где воздух был чистый, сухой и наполненный статическим электричеством. Самым ближайшим к нему строением была Школа для слепых и глухих Колорадо. Местный плотник построил мастерскую, четко следуя всем инструкциям Теслы. Экспериментальная станция Колорадо-Спрингс представляла собой квадратное деревянное здание, похожее на хлев.

Через отверстие в крыше вверх поднималась башня высотой 25 метров от уровня пола, а на ней еще на 40 метров вверх возвышался металлический шпиль, увенчанный медной сферой метрового диаметра. Тесла наполнил мастерскую сложными и тяжелыми аппаратами, а вокруг развесил предупреждающие таблички для возможных посетителей. Наконец, на входной двери он разместил строки из Данте:

«Оставь надежду, всяк сюда входящий».

По городку пошли слухи, что в мастерской готовят установку, которая одним лучом может уничтожить 100 человек.

Тесла выглядывает из лаборатории Колорадо-Спрингс в начале лета 1899 года. Табличка на двери предупреждает: «ОПАСНОСТЬ! НЕ ВХОДИТЬ!»

Кертис быстро нашел решение. Он был акционером электрической компании Колорадо-Спрингс, маленького и тихого городка в 100 километрах от Денвера, столицы штата Колорадо. Этот городок появился всего несколько десятилетий назад в отрогах Скалистых гор. Около него находится пик Пайк — огромная гора, на склонах которой пасутся стада скота. Такое место идеально подходило Тесле.

После долгого путешествия по пыльной дороге из Нью- Йорка и короткой остановки в Чикаго для демонстрации радиоуправляемого аппарата, 17 мая 1899 года изобретатель приехал в отель «Альта Виста Колорадо-Спрингс». Его ждали бессонные недели подготовки, строительство лаборатории, приемка и установка оборудования — все это за счет инвестиций Астора, который был уверен, что оплатил другой проект. Тесла устроился в номере 207 и попросил, чтобы каждый день ему

приносили 18 чистых полотенец, заявив, что сам будет заниматься вопросами чистоты в своем номере.

УЧЕНЫЙ-ОТШЕЛЬНИК

В Колорадо Тесла преследовал тройную цель — разработать высокомощный передатчик, усовершенствовать методы дифференциации и изоляции передаваемой энергии и определить законы распространения энергии по Земле и в ее атмосфере. Если бы ему удалось разрешить все три задачи, он смог бы создать систему беспроводной передачи, которая была бы совершеннее системы Маркони и могла бы переносить дешевую беспроводную энергию по всей планете. Он также уверял, что энергию можно получать напрямую из воздуха. Эта идея получила название «утопия о бесконечном источнике»; Тесла мечтал ликвидировать проблему растущего энергетического спроса, а также управлять погодой, хотя в данных вопросах он так и не смог добиться значительных результатов.

Из-за гонений и насмешек, которые сопровождали его в последние годы, он решил никому ничего не рассказывать о своих планах. Тем не менее журналистам, приезжавшим в Колорадо взять у него интервью, Тесла признавался, что хочет отправить беспроводное сообщение в Париж на Всемирную выставку 1900 года (но это ему так и не удалось). Изобретатель говорил об этом проекте со времен своих лекций в начале 1890-х годов, что во многом и поддерживало у окружающих мнение о нем как о мечтателе. Никто не верил не только в то, что такое возможно, но даже в то, что Тесла попробует приступить к решению данной задачи. В 1892 году он говорил следующее:

«В верхних слоях атмосферы воздух разреженный. Нет сомнений, что с возможностями, предоставляемыми высокими частотами и изолирующими материалами, электрические разряды смогут проходить километры в разреженном воздухе, перенося таким образом сотни тысяч лошадиных сил энергии, способных запускать двигатели или зажигать лампы, как бы далеко они ни находились от генерирующей станции. [...] В будущем перемещение энергии перестанет быть необходимостью. Грядущие поколения смогут запускать машины с помощью энергии, получаемой в любой точке Вселенной [см. рисунок 1]».

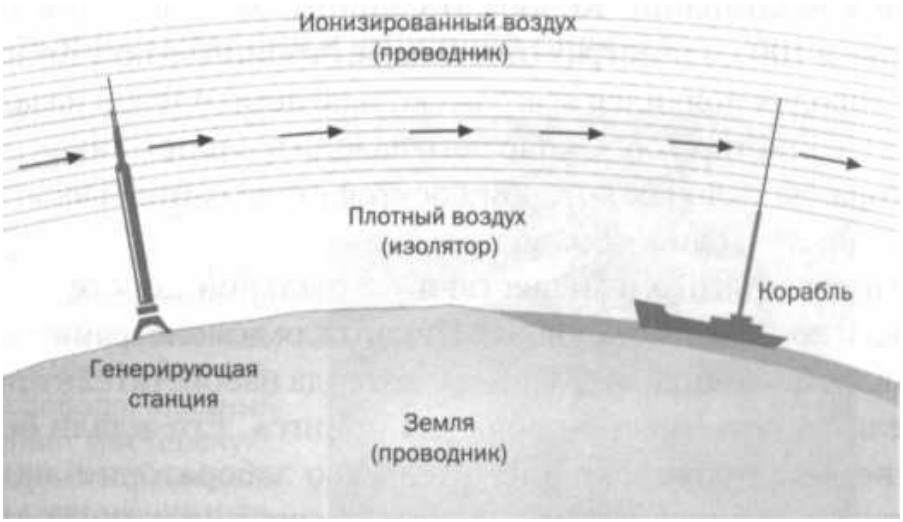
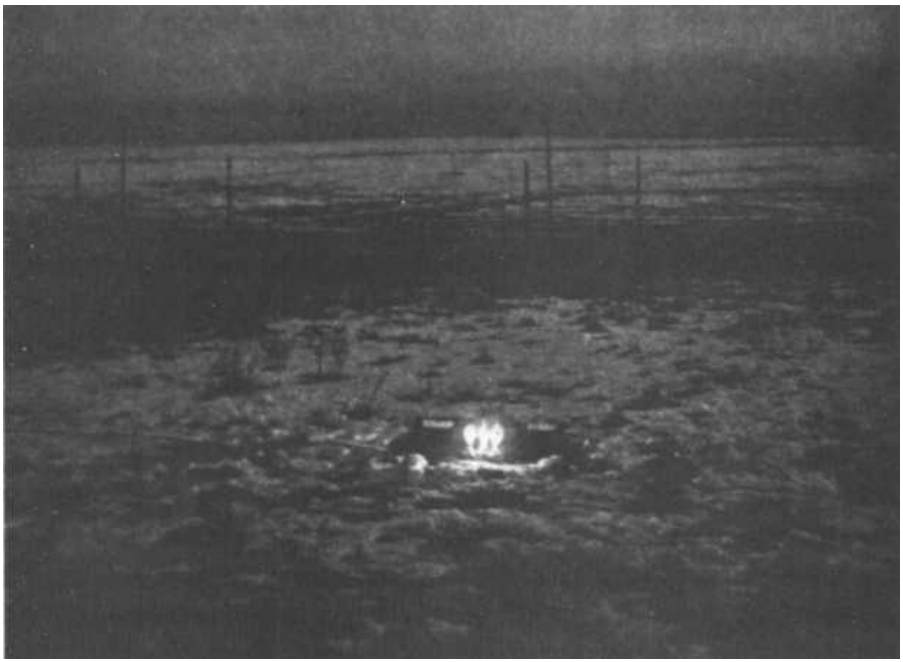
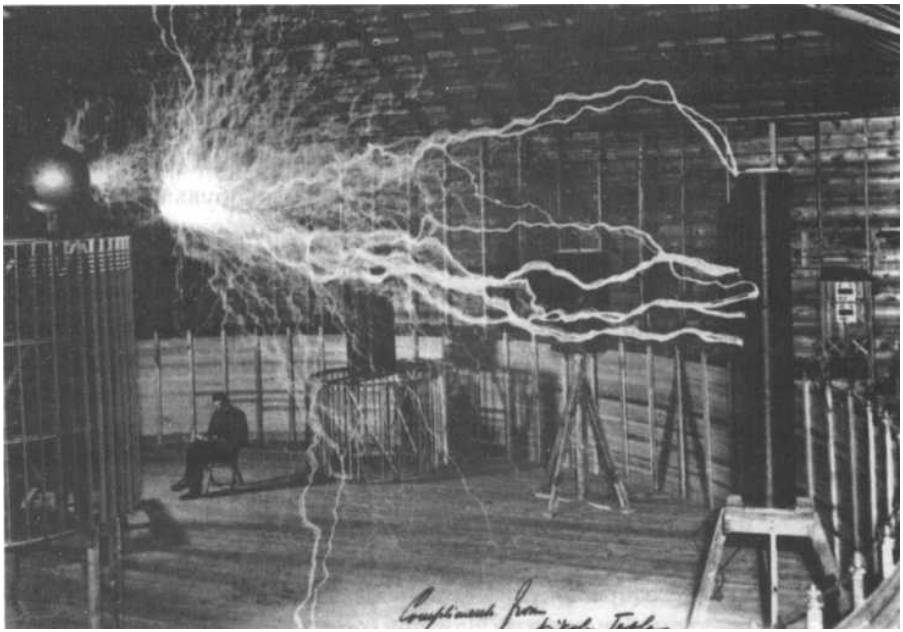


РИС. 1



Фотография эксперимента, при котором обычные лампы накаливания зажигаются под действием индуцированного тока.



В Колорадо- Спрингс Тесла посвятил много времени экспериментам с фотографиями. Запечатленные на них разряды в миллионы вольт были способны моментально испепелить его.

По сути, установка в Колорадо-Спрингс являлась огромным передатчиком с мощным усилителем. В непростой для понимания статье, опубликованной в The Electrical Experimenter, Тесла называл его «резонансным трансформатором, приспособленным для нужд планеты, для ее постоянных и электрических свойств», способным работать на любой частоте — от самой малой до тысяч герц — и генерировать напряжение в сто миллионов вольт или, напротив, очень низкое. Ему уже удалось сделать катушку для генерирования четырех миллионов вольт, однако для проверки возможности передач в любую точку планеты ему нужно было гораздо более высокое напряжение.

Когда Тесла включал свое мощнейшее оборудование, на громоотводах зданий в радиусе 25 километров образовывались дуги света. Электричество распространялось также по почве, и испуганные лошади, обычно мирно пасущиеся на местных лугах, мчались сломя голову, а те, которые находились на более дальних расстояниях, проявляли беспокойство. Ночью, когда изобретатель работал с максимальным напряжением, небо над склоном горы Пайк превращалось в Пандемоний с искрами, громом, завихрениями, световыми ореолами и разрядами на металлических предметах, которые случайные зрители вспоминали с ужасом. Пока все это творилось снаружи, внутри

лаборатории Тесла и его помощники работали, заткнув уши ватой и надев специальную обувь с резиновыми подошвами. Однажды, в результате одного из опытов на максимальном напряжении, случилась перегрузка генератора электрической компании, обслуживающей городок. На линии возник пожар, и весь район остался без света. Компания наотрез отказалась возобновлять подачу энергии на установки Теслы, и ему пришлось из личных средств заплатить бригаде рабочих, прибывших для ликвидации аварии.

После восьми месяцев экспериментов и постоянных срочных заказов все новых и новых материалов, после всех тайн и огромных расходов Никола Тесла так и не вынес из своего заточения никакого нового изобретения, практическое применение которого сулило ему обогащение. С точки зрения изобретателей, подобных Эдисону (обладающих деловой хваткой), он потерял много времени и зря растратил деньги. Но с другой стороны, накопленные за тот период знания утвердили Теслу в его предположениях и позволили подготовить концептуальную базу для нового великого проекта. Кроме того, был заложен фундамент для исследований, которые проводили позже другие ученые, приносившие что-то новое в науку на протяжении последующих лет.

ТЕТРАДИ КОЛОРАДО-СПРИНГС

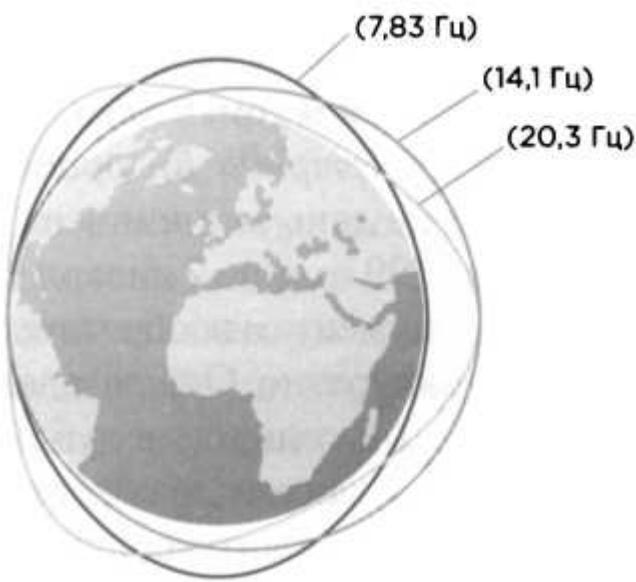
Впервые в жизни Тесла позаботился о том, чтобы записывать результаты своих исследований. Тетради Колорадо-Спрингс представляют детальное описание день за днем всех экспериментов, поставленных с 1 июня 1899 года по 7 января 1900 года. В противоположность другим документам изобретателя эти записи велись постоянно и очень аккуратно. Однако сделаны они были не для публикации (и до 1978 года их не публиковали), это скорее можно назвать реестром данных; необходимость его заполнения, вероятно, была вызвана катастрофой после пожара 1895 года, поэтому зачастую записи требуют интерпретации. Позднее тетради помогли Тесле, когда он оформлял запросы на новые патенты.

Записи документируют его самое важное открытие, которое произошло во время одной из сильных и частых в тех местах гроз. Тесла обнаружил, что признаки электрической активности, сопутствующие грозам, продолжают присутствовать даже при удалении грозы. Их интенсивность начинала падать, только когда

она удалялась более чем на 300 км. В чем причина? Тесла сделал вывод, что за это отвечают стационарные волны — геоэлектрический феномен, сегодня называемый резонансом Шумана. Обнаружив это, Тесла решил, что нашел краеугольный камень, на котором должен основываться его проект беспроводной передачи энергии и информации. После нескольких лет размышлений изобретатель, наконец, смог рассчитать радиоэлектрический резонанс Земли: по его заключению, он происходит при частотах 6, 18 и 30 Гц (хотя экспериментально подтвердить это не удалось — требовалось больше мощности).

РЕЗОНАНС ШУМАНА

Резонанс Шумана — это ряд частот электромагнитных волн из сверхнизкого участка (ELF), составляющих спектр Земли. Явление имеет место, потому что часть атмосферы, а именно пространство между земной поверхностью и ионосферой, действует как волновод. Удержание волны в данном пространстве заставляет его действовать как резонатор для электромагнитных волн определенных частот в сверхнизком участке (см. рисунок). Самая низкая частота равна 7, 83 Гц. Совпадения больших частот имеют значения порядка нескольких килогерц.



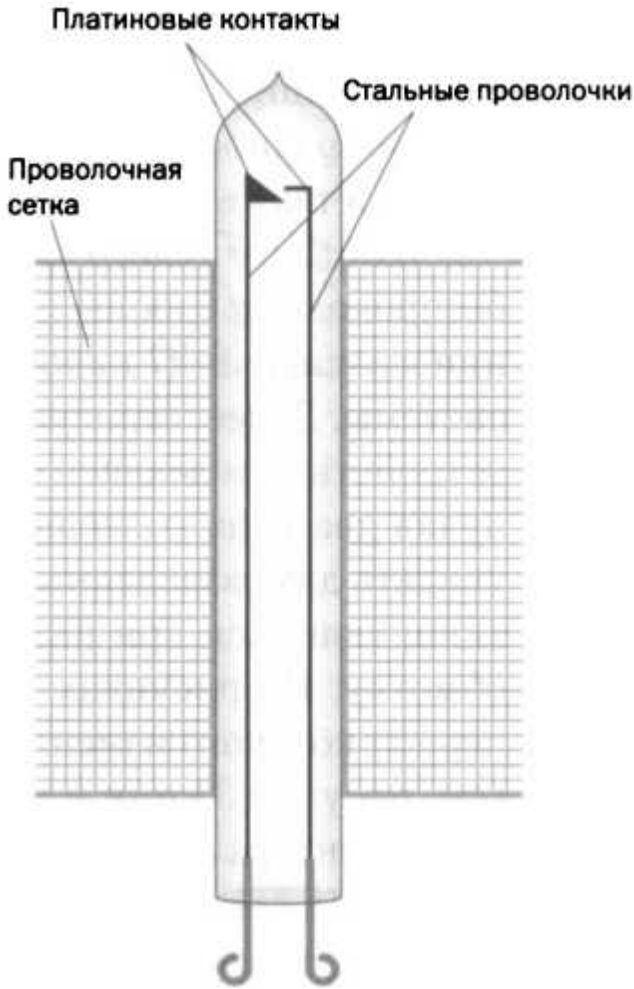
Первая, вторая и третья частота резонанса Шумана.

Сети электропередач влияют на резонанс Шумана, естественным образом возбужденный молниями, потому что одна из его частот близка 60 Гц (эта частота используется для электротранспорта в некоторых странах). Данное явление получило имя Уинфрида Отто Шумана, который математически предсказал его существование в 1952 году. Несмотря на присвоение этой чести Шуману, впервые подобное явление наблюдал Никола Тесла, который основал на нем идею мировой системы беспроводной передачи энергии и коммуникаций.

Идеи Теслы о резонансе Земли были забыты до 1950-х годов, когда группа ученых начала исследования по распространению электромагнитных волн очень низкой и сверхнизкой частоты (от 3 до 30 кГц и от 1 до 3000 Гц соответственно). Эта группа подтвердила выводы Теслы. Передатчик-усилитель Теслы стал первым аппаратом, способным создавать резонанс на сверхнизкой частоте (ELF — от англ. Extremely Low Frequency) для того, чтобы передать волны через слои под ионосферой. В 1960-е годы экспериментально были установлены три наименьшие частоты резонанса Шумана: 7, 83 Гц, 14, 1 Гц и 20, 3 Гц — их значения на удивление близки к расчетам Теслы, сделанным на 50 лет раньше, на оборудовании XIX века.

СЕНСОРЫ ТЕСЛЫ

При работе с оборудованием в Колорадо-Спрингс Тесла много времени посвятил разработке сенсоров. Это были автоматические сверхчувствительные устройства, созданные на основе его вакуумных трубок с простой схемой, но очень удобные для работы. Они состояли из стальной проволоки с двумя платиновыми контактами в верхней части и проволочной сетки, на которой размещалась стеклянная трубка. Когда электрическое возмущение определенной частоты от передатчика достигало контура станции-приемника, ток проходил по проволочной сетке, проволочки сближались и соединяли контакты.



Согласно записям, Тесла посвятил большую часть своего времени (примерно 56%) разработке высокочастотного передатчика, 21 % времени — изготовлению приемников и сенсоров сигналов, 16 % — измерению емкости большой антенны лаборатории, 6% — другим, более мелким вопросам. И везде он достиг невероятных успехов: измерил электромагнитные излучения, возникающие при естественных электрических разрядах, разработал радиосистемы и системы освещения, модуляторы антенны, а также другие разнообразные приборы.

В области телеграфии Тесле удалось отправить несколько беспроводных сообщений на расстояние до 100 км. Во вступлении к записи от 27 июня в его дневнике изображена схема этой системы. Далее на рисунках 2, 3 и 4 показаны схемы некоторых

устройств передающей станции, с помощью которых Тесла получал два типа колебаний разного тона. На рисунке 2 можно увидеть два разделенных контура передатчика, поочередно активирующихся при разряде конденсаторов через первичную обмотку. На рисунках 2 и 4 представлен контур-передатчик, период которого изменяется под воздействием индуктивности (см. рисунок 3) или в результате периодического замыкания части контура с помощью автоматического устройства прерывания. На станции-приемнике (R) два синхронизированных контура принимают сигналы отправителя с определенной частотой. Приемник отвечает, только когда оба контура I и II активируют сенсоры (а $a_{\{}$).

В Колорадо-Спрингс Тесла осуществил передовые эксперименты по беспроводной передаче голоса. В начале записи от 14 июля показана схема отправки звука, на которой предполагается возможность усиления слабых сигналов, таких как человеческий голос (см. рисунок 5 на стр. 130). В ней предусмотрены обычные устройства для передачи и усиления сигнала: электрический осциллятор, катушки индуктивности, искровые разрядники и так далее. Тесла надеялся получить и затем воспроизвести звук с помощью системы инжекции воздуха, при которой возникли бы колебания диафрагмы, как в примитивных телефонах. Он изучил вопрос возможности реализации «беспроводного телефона» (как стали называть это изобретение десятилетия спустя), разработал методы передачи, а также устройство динамиков и микрофонов.

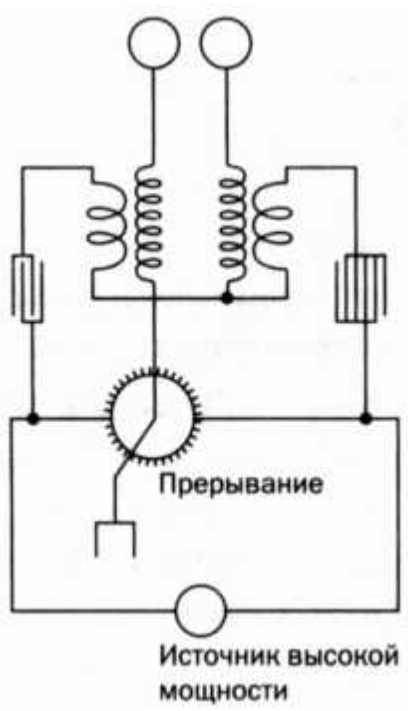

Прерывание
Источник высокой мощности

РИС. 2

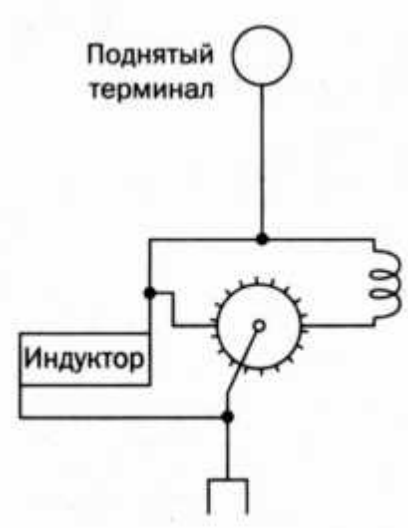

Поднятый терминал
Индуктор

РИС.3

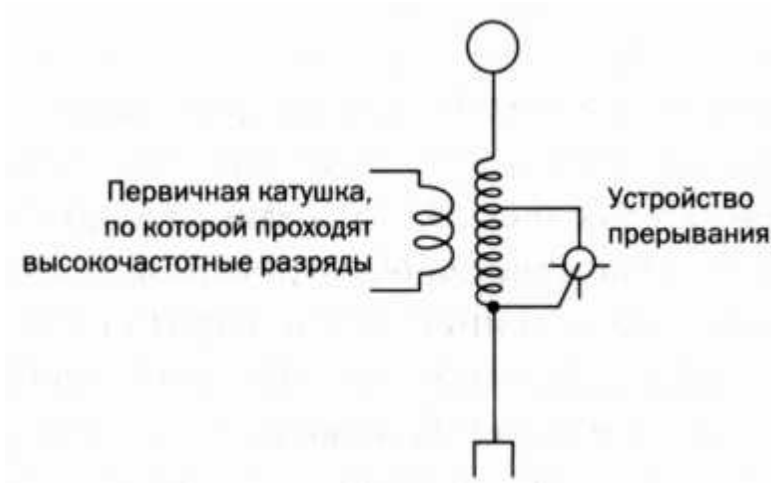
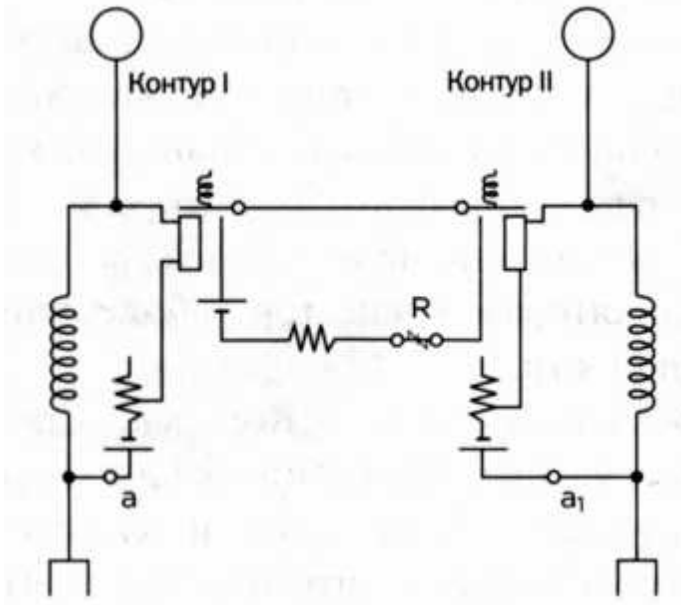


РИС. 4



СТАНЦИЯ-ПРИЕМНИК

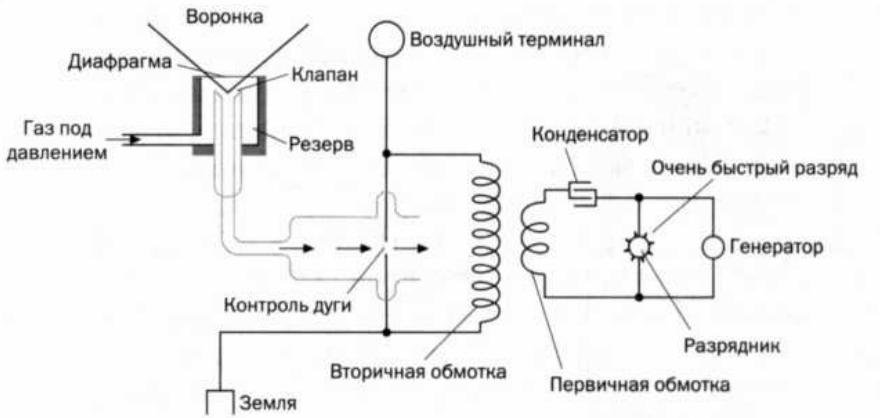


РИС. 5 Схема «беспроводного телефона» Теслы в записях от 14 июля 1899 года в Тетрадях Колорадо- Спрингс.

В тетради собраны многочисленные результаты экспериментов по беспроводному освещению, которые проводились в течение нескольких месяцев. В это время изобретатель занимался разработкой и настройкой оборудования. Тесле удалось передать по почве на расстояние 40 км энергию для питания 200 ламп накаливания, для чего ему пришлось генерировать миллионы вольт электричества. Однако не все опыты изобретателя предполагали столь титаническую работу. В одном из его знаменитых экспериментов, запечатленных на серии фотографий, показаны традиционные лампы накаливания, которые зажигаются от индуцированного тока. Они находятся на спирали длиной 4, 5 м, расположенной на расстоянии 30 м от первичного контура, энергия на который подается от осциллятора. Контур, подключенный к спирали, включает настроенный на частоту колебаний осциллятора конденсатор, работающий на менее чем 5 % от своей мощности.

В некоторых случаях записи Колорадо-Спрингс оказываются неточными, ученым приходилось не раз предлагать свои интерпретации того, что Тесла думал и чего достиг. Есть мнение, что благодаря своему гигантскому осциллятору он отправил волну с частотой 150000 Гц. Она распространилась в виде кольцевого волнового фронта и дошла до противоположной точки-антипода Колорадо-Спрингс (расположенной в Индийском океане), откуда рикошетом вернулась на экспериментальную станцию. Тесла был уверен, что смог синхронизировать ее с частотой Земли, но доказать ни ему, ни кому-либо другому до настоящего момента этого не удалось. На самом деле неизвестно, каковы будут последствия, если высокочастотное оборудование начнет работать на частоте Земли. В интервью, которые

печатались вместе с фотографиями, где Тесла представал окруженным вспышками молний, изобретатель заверял, что своими экспериментами боялся поджечь земную атмосферу, что мощный осциллятор, работающий на частоте Земли, мог бы разорвать Землю на две части. Тесла даже утверждал, будто знает, как это сделать.

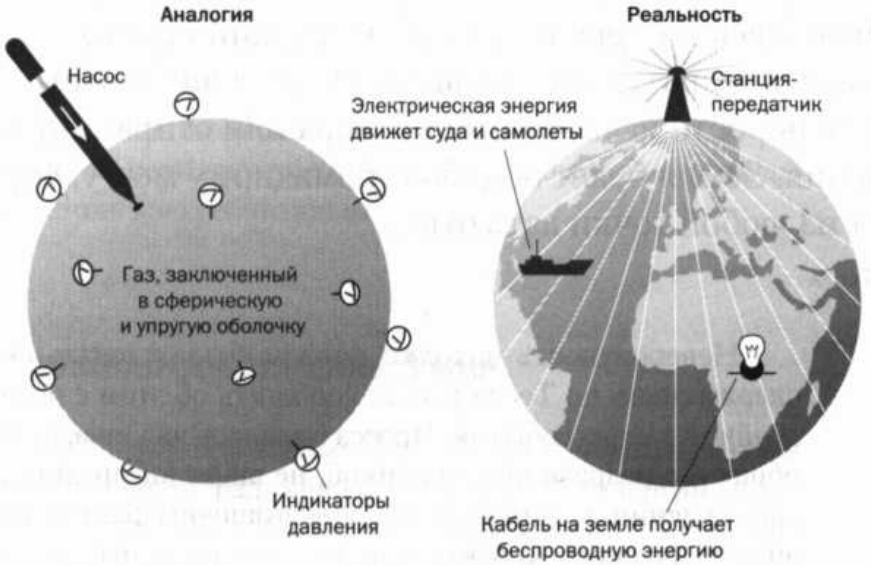


РИС. 6 Тесла объяснял поведение стационарных волн в применении к своей теории о беспроводной передаче, представляя Землю как шар, в который воздух закачивается насосом, поэтому давление одинаково увеличивается во всех его точках.

Не вызвав никаких сопутствующих явлений своим опытом, изобретатель решил, что в достаточной мере доказал, что передача энергии на глобальном уровне возможна при помощи системы, подобной радио, которая состоит из центральной станции-передатчика, простого устройства-приемника с возможностью настройки, заземления и антенны. По его мысли, Земля подобна огромному воздушному шару: при повышении давления в нем оно увеличивается одинаково во всех точках, поэтому если направить энергию на определенной частоте из одной точки нашей планеты, это должно увеличить энергию в каждой точке Земли. Таким образом, при помощи подходящих приемников можно ее собрать и использовать для освещения, обогрева и другого применения (см. рисунок 6).

К сожалению, в этот плодотворный период незаурядных экспериментов Тесла допустил крупную оплошность при общении со СМИ. Она произошла из-за его тяги к сенсационности и секретности, которая часто вредила ему. Однажды глубокой

ночью Тесла слушал радиоэлектрический эфир с помощью очень чувствительного и мощного радиоприемника, когда вдруг его поразили странные ритмичные звуки. Именно ритмичность сигнала заставила изобретателя подумать, что его может подавать только разумное существо. По его мнению, в тот момент никакой человек не мог подавать подобные сигналы, значит, возможно, это была попытка связи с людьми существ с другой планеты, может быть с Венеры или Марса. Эта идея захватила Теслу, он надеялся ответить на сигнал.

Любой человек на море и на суше, имеющий простой и дешевый аппарат, помещающийся в кармане, может получать новости из любой точки мира или отправленные ему сообщения. Земля будет подобна громадному мозгу, который сможет из любой точки дать ответ.

Никола Тесла

Невероятность находки должна была сделать его более сдержанным, но Тесла решил сообщить об этом с помпой, достойной такого события. Пресса смеялась над ним, научное сообщество разразилось критикой, не щадя ни представленных рассуждений, которые были провозглашены фантазией, ни его энергетического проекта в целом. На реальные достижения Теслы начали смотреть с недоверием. Он снисходительно отвечал на критику, отказывался представить свое оборудование и давать дополнительную информацию до конечного усовершенствования системы.

Возможно, изобретателю удалось услышать радиоволны из космоса, существование которых не было признано до 1920-х годов. Это делает его случайным предвестником радиоастрономии. Сегодня записи фонового шума являются относительно традиционной практикой. В 1965 году радиоастрономы Арно Пензиас (р. 1933) и Роберт Вильсон (р. 1936) «услышали» нечто более удивительное: след фонового космического излучения (оставшийся от Большого взрыва), которое, достигнув пределов Вселенной, возвращается на Землю в виде микроволн. Сегодня всякий может присутствовать на представлении таких шумов: было посчитано, что примерно 1 % от статических шумов, улавливаемых ненастроенным телевизором, производят микроволны Вселенной.

Начало 1900 года Тесла встретил, проводя последние эксперименты и демонтируя оборудование на станции в Колорадо- Спрингс, — изобретатель возвращался в Нью-Йорк. После приезда он разместился в «Уолдорф-Астории» — возможно,

в знак уважения к своему основному инвестору. Данный шаг был достаточно смелым, потому что означал не только значительные траты, но и необходимость рано или поздно ответить Астору на вопрос: где созданные лампы, за которые он заплатил? Так, без лишних церемоний и проявлений чувств, за работой, Тесла встретил приход нового века, в котором его труды оказались столь востребованными.

ПОДГОТАВЛИВАЯ СОВРЕМЕННЫЙ МИР

Сразу же после приезда в Нью-Йорк Тесла начал заниматься новыми патентами по радиопередаче и передаче энергии, которые стали результатом работы в Колорадо-Спрингс. Комплекс новых открытий обещал возможность разработки схемы мирового радио, предполагавшего серию услуг: взаимосвязанные радиотелефонные сети, синхронизированные часовые сигналы, выпуски новостей, карманные приемники, частые коммуникации... Изобретатель назвал это «мировой системой умной передачи». Шли первые месяцы 1900 года. Тесла уже тогда описал общество, появившееся век спустя, — общество цифровой революции с интернетом и мобильными телефонами, то есть современный мир.

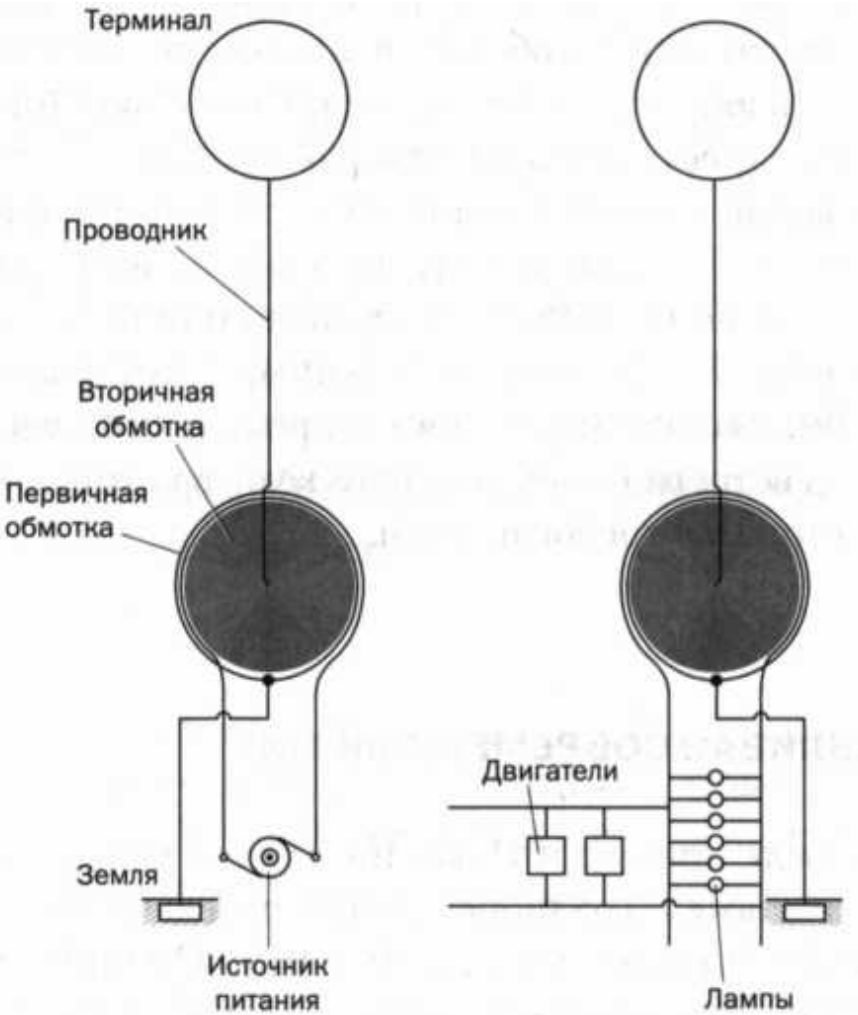


РИС. 7 Схема к патенту 649 621 на «Аппарат для передачи электроэнергии».

Изобретатель основывал свои чаяния на том, что газ при низком давлении — это прекрасный проводник для высокочастотных токов. Он считал, что нужно поднять антенну на много километров выше уровня моря до слоев атмосферы, которые являются хорошими проводниками на относительно небольшой высоте. В одном из фундаментальных патентов системы под номером 649621, названном «Аппарат для передачи электроэнергии», сам Тесла указывает: «Мое изобретение состоит в том, чтобы создать в некоторой точке электрическое давление такого характера и силы, чтобы получить ток, который будет проходить через верхние слои воздуха от точки генерирования до далекой точки приема».

Чертежи к патенту представляют аппараты, с помощью которых Тесла проводил экспериментальные демонстрации передачи энергии через разреженные газы (см. рисунок 7). Давление в проводнике было между 120 и 150 мм рт. ст. (миллиметры ртутного столба — единица давления, эквивалентная торрам, названным так в честь итальянского физика Эванджелисты Торричелли). При этом давлении с настроенными на резонанс контурами ему удалось провести эффективные передачи энергии с напряжением между двумя и четырьмя миллионами вольт на терминале. В запросе на выдачу патента Тесла требовал запатентовать права также на другой аналогичный метод передачи, использующий Землю в качестве проводника и верхние слои атмосферы — как другого проводника.

Тесла отдавал себе отчет, что в исследованиях радиопередач на большие расстояния Маркони сильно ушел вперед — благодаря активной работе и экспериментам в тот период, пока Тесла отсутствовал. Именно поэтому Тесла мечтал поскорее построить первый центр передач мировой системы связи и одним махом закрыть вопрос так, как это было сделано во времена войны токов. Ему снова нужно было искать спонсоров, при этом теперь дополнительные трудности вызывали последние негативные отзывы в печати.

Его первым шагом стал визит к Вестингаузу с эксклюзивным предложением о системе беспроводных телеграфных сообщений (так называли проект в те времена) из любой точки планеты. Со всем доверием, основанным на пережитых вместе трудностях, Тесла признал, что проект должен стать первым шагом в трансцендентальном предприятии — перемещении электроэнергии. Однако миллионер решил, что он и так слишком сильно рисковал, сотрудничая с Теслой ранее, поэтому изобретатель вернулся из Питтсбурга с пустыми руками.

Весна 1900 года выдалась тягостной и гнетущей. Все обращения к потенциальным инвесторам провалились, при этом акции «Бритиш Маркони Компани», публичную поддержку которой оказали Эндрю Карнеги, Томас Альва Эдисон и Михаил Пупин, продавались на бирже с рекордным успехом.

Чтобы вернуть себе былой престиж, Тесла вновь начал посещать эксклюзивный клуб «Плейр'с», в котором познакомился с одним из его создателей, Марком Твеном, вновь ужинал в «Палм-Рум» в «Уолдорф-Астории» и в недоступном простым смертным «Дельмонико'с». Роберт Джонсон помог ему организовать кампанию для восстановления имиджа. The Century Magazine опубликовал знаменитую серию статей под заголовком

«Проблема увеличения энергии человека», в которой были представлены открытия в Колорадо-Спрингс и основной проект, а в заключении приведены размышления о жизни в будущем.

ПРЕДВОСХИЩАЯ ИНТЕРНЕТ

В рекламном тексте, написанном в 1900 году для того, чтобы найти инвесторов, Тесла рассказал о характеристиках своей мировой системы передач, перечисляя, какие услуги она могла бы предоставлять. Обращаясь к ним век спустя, невозможно не увидеть в них прообраз беспроводной технологии (wireless) и даже интернета, мобильных телефонов, GPS (Global Positioning System), электронной почты, совместных архивов, шифровки данных…

«Первая энергетическая станция мировой системы […] разработана для использования всех технических достижений без лишних затрат. Среди возможностей использования имеются следующие варианты.

1. Мировая взаимосвязь всех существующих станций и телеграфных служб.

2. Организация правительственной секретной телеграфной службы с невозможностью перехвата данных.

3. Взаимосвязь всех существующих на планете телефонных станций.

4. Мировое распространение новостей по телефону и телеграфу, связь с прессой.

5. Организация мировой системы умной передачи для частного использования.

6. Взаимосвязь и управление всеми лентами котировок в мире.

7. Организация мировой системы доступа к музыке и так далее.

8. Мировая регистрация времени с помощью недорогих часов, которые будут показывать время с астрономической точностью, не требующих дополнительного обслуживания.

9. Мировая передача символов, букв, картин и других — машинописных и записанных от руки.

10. Организация всемирной морской службы, которая позволит всем мореплавателям управлять кораблями без компаса, определять свое положение, точное время и скорость, предупреждать столкновения, другие катастрофы и тому подобное.

11. Создание общемировой типографской службы на земле и на море.

12. Общемировое воспроизведение фотоизображений, рисунков и записей».

Несмотря на беспорядочный стиль изложения, текст получил отклик, на который рассчитывал изобретатель, в главной мере благодаря замечательным сопроводительным фотографиям. Впечатляющие образы и предсказания Теслы вернули ему любовь прессы, но, с другой стороны, вызвали критику научного сообщества, признания которого он так ждал. Важным было и то, что многие капиталисты отметили про себя, какую невероятную прибыль Тесла принес Вестингаузу.

Первым инвестором, заинтересовавшимся мировой системой передач, стал маститый архитектор Стэнфорд Уайт (1853- 1906), участвовавший в строительстве второго комплекса Мэдисон-сквер-гарден, триумфальной арки в Вашингтон- Сквер и других зданий, ставших символами Нью-Йорка. Он также был дружен с представителями высшего общества — Асторами и Вандербильтами. Уайт стал одним из непоколебимых защитников проекта Теслы и предложил ему свои услуги для строительства первого центра передач.

Но все же читателем The Century Magazine, интерес которого мог действительно помочь в реализации идей Теслы, был, без сомнения, Джон Пирпонт Морган. В середине осени 1900 года он встретился с изобретателем, интересуясь проектом. Тесла в своих объяснениях был сдержан и разумен: он представил идею о мировой радиопередаче, говоря только о передатчике и не упоминая о передаче энергии, потому что реализация проекта ставила под угрозу инвестиции и усилия Моргана в этой области. Инвестор чувствовал масштабность проекта, а также потенциальные выгоды. Возможность централизации всех услуг в одном месте делала собственника проекта монополистом, то есть ставила в положение, которое Морган считал идеальным для бизнеса.

Переговоры по заключению контракта проходили очень тяжело. Тесла боялся снова просчитаться, а Морган, со своей стороны, был опытным бизнесменом. Изобретатель оценил в 100000 долларов стоимость первого центра передач, который должен был отправлять сообщения через Атлантику, и в 250000 — строительство второго, для Тихого океана. Тесла уверял, что сможет уже через девять месяцев создать первый центр и через год — второй. Морган согласился финансировать проект до 150000 долларов и потребовал 51 % всех полученных в

результате патентов. Кроме того, в качестве меры предосторожности он выразил желание сохранить в тайне свое участие как инвестора. С каждым разом Тесле оставляли все меньше выбора. Договор был подписан 1 марта 1901 года. При этом 51% Моргана означал, что он может прервать проект, если его не устроят результаты, оставив за собой все, что посчитает пригодным для получения прибыли. Анонимность Моргана не позволяла Тесле найти других спонсоров; участие банкира в проекте должно было стать магнитом для других богачей, а секретность вокруг имени главного инвестора, напротив, представлялась странной и неубедительной.

У ученого нет цели достичь непосредственного результата. Он не ждет, что его передовые идеи будут легко приняты. Он обязан заложить основы для тех, кто еще должен родиться, указать им дорогу.

Никола Тесла

Первая часть аванса Моргана была потрачена на поиски подходящего участка для трансатлантической станции. Банкир и адвокат Джеймс С. Ворден продал ему 80 гектаров на Лонг-Айленде, в его честь Тесла назвал станцию Ворденклиф. Изобретатель думал, что вокруг его станции возникнет один из важнейших деловых центров страны, где найдется работа для тысяч людей, а их семьи будут проживать в домах по соседству. В то же время он связался с агентами по недвижимости, чтобы те нашли аналогичный участок на западном берегу в Англии. Затем он навестил Вестингауза в Питтсбурге и заказал у него различное оборудование, и, кроме того, начал работать над технически сложным архитектурным решением со Стэнфордом Уайтом, так как проект должен был удовлетворять требованиям строителей и отвечать нуждам установленного внутри оборудования.

Итак, 11 декабря 1901 года был дан официальный старт работам, омраченный тенью сомнения: пятью днями ранее, 6 декабря, Маркони удалось передать букву «S» на азбуке Морзе из Соединенного Королевства в Канаду. Было покрыто расстояние в 3200 километров. Это стало неблагоприятным началом для реализации мечты Теслы.

БАШНЯ ВОРДЕНКЛИФ

В начале 1902 года казалось, что Маркони выиграл у Теслы в

гонке за радио. Томас Мартин организовал 13 января чествование молодого исследователя в «Уолдорф-Астории». Несмотря на это, Тесла был спокоен. Он знал, что итальянец воспользовался его патентами и на него можно подать в суд. Для него был важен неслыханный по масштабу проект Ворденклиф, предполагавший изменение парадигмы и делавший малозначительными такие достижения, как переменный ток и опыты Маркони.

КОМПЛЕКС ВОРДЕНКЛИФ

Комплекс Ворденклиф на Лонг-Айленде был разделен на две части: основное здание и башня передач, названная башней Ворденклиф. Вход в нее шел через главное здание, представлявшее собой большую и тяжеловесную, несколько в духе эпохи Возрождения, постройку из кирпича по проекту Стэнфорда Уайта. В основном здании находились лаборатория и механическая мастерская, а кроме того, библиотека и офис. Также там имелись контрольный зал, котельная и генераторная, из которой открывался вход в подземный туннель, соединявшийся с винтовой лестницей (она окружала центральную ось башни). Помещения были заполнены всевозможными электромеханическими устройствами, электрическими генераторами и трансформаторами, аппаратами рентгеновского излучения, катушками; там даже располагалась стеклодувная мастерская.

Комплекс Ворденклиф на Лонг-Айленде состоял из

электростанции, лаборатории и башни передач.

По его представлениям, новая общемировая система передач должна была открыть небывалую эру изобилия. Даже Морган не знал, чего ему, по мнению Теслы, предстояло достичь в ближайшее время.

Однако весь энтузиазм изобретателя не мог скрыть настоящей проблемы проекта Ворденклиф: для его завершения требовалось значительно больше средств, чем предоставлял Морган, и все денежные краны оказались крепко закрыты для прежде всеми возносимого Николы Теслы. Инвесторы застыли в ожидании, думая, на какую лошадку поставить в гонке за радио, где соревновались Эдисон и другие исследователи, имевшие меньше шансов на успех. Мировая система передач представлялась сильным соперником, но не без изъянов, то есть, очевидно, этот проект не выглядел фаворитом в гонке.

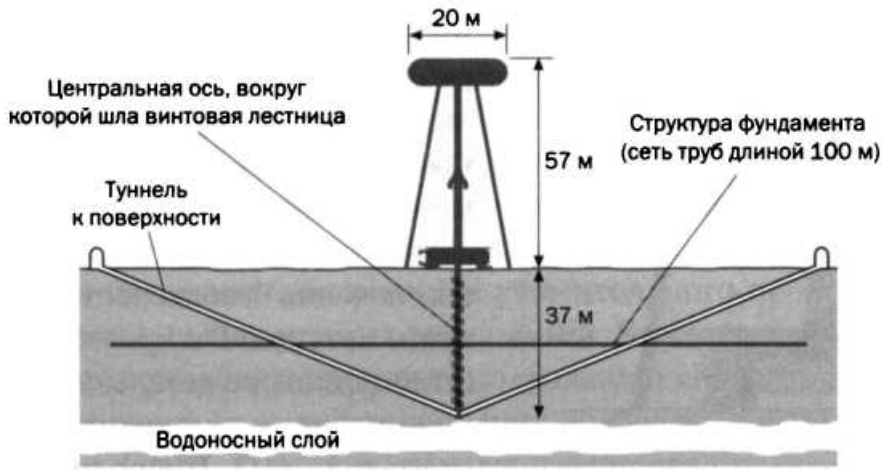


РИС. 8 Конструкция башни Ворденклиф включала обширную подземную часть, соединявшую разные здания комплекса. Подземная часть служила как для технического обслуживания, так и для безопасности.

Ворденклиф с самого начала оказался проблемным со всех сторон. Стэнфорд Уайт предупредил, что расчеты Теслы относительно высоты башни, требующейся для трансатлантических передач, нереализуемы из-за сильных ветров. Переделка проекта потребовала нескольких месяцев работы. Башня представляла собой конструкцию из деревянных брусьев с восьмиугольным основанием, высота достигала 57 м, а увенчивал башню гигантский электрод диаметром 20 м и весом 55 тонн.

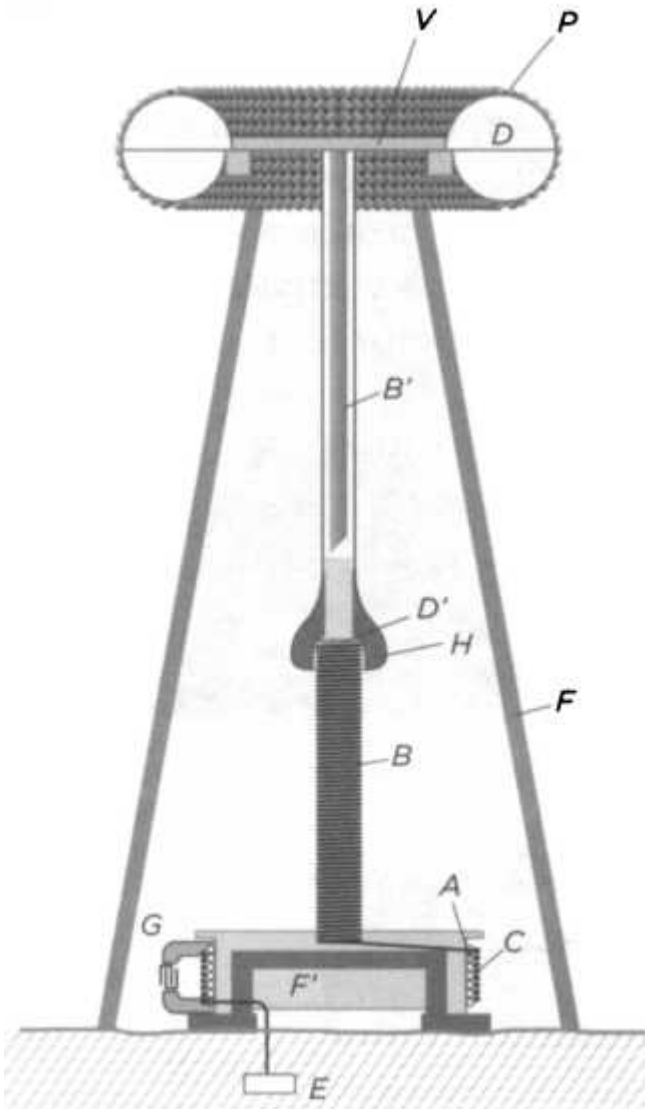


РИС. 9 Как писал Тесла в патенте 1119 732, в котором детально рассматривалось функционирование башни Ворденклиф, установка была сложным масштабным воплощением его предшествующих систем передачи, и в ее основе лежал электромагнитный осциллятор высокого напряжения.

Он был заключен в стальную трубу, закопанную на 37 м в почву до водоносного слоя района (см. рисунок 8). Изобретатель думал воспользоваться резонансом воды.

Патент 1119732, в котором представлены структура и функционирование проекта, показывает, насколько сложная эволюция произошла с системами передачи, разработанными

Теслой, такими как Аппарат передачи электроэнергии, о котором говорилось ранее. Сверху на конструкции находился терминал (D), состоявший из каркасной рамы в форме кольца, покрытой металлическими полусферами (P). Так образовывалась проводящая поверхность большого размера. Во внутреннем пространстве находились измерительные инструменты и предохранители. Кольцо было закреплено на деревянном каркасе (F).

В основании располагались элементы на деревянной изолирующей структуре (F'). Контур включал катушку (Л), находящуюся в индукционной связи с первичной катушкой (C). На одном из концов катушка A соединялась с платиновым контактом в земле (E), а на другом — с катушкой самоиндукции (B), возвышавшейся в центре башни. Катушка B была намотана вокруг рамы или барабана (D) из изолирующего материала, а внутри нее проходил к проводнику (B') металлический цилиндр с полированной поверхностью. Для обеспечения безопасности соединение катушки B и проводника B’ было защищено деталью наподобие колокола из изолирующего материала (H). Проводник (B') внутри кольца доходил до терминала D для симметричного распределения тока, в противном случае высокие частоты и сила тока повлияли бы на эффективность установки (см. рисунок 9).

Питание первичной катушки C осуществлялось от генератора (G), который должен был обеспечить системе максимальную мощность. На Лонг-Айленде Тесла использовал промышленный генератор переменного тока Вестингауза на 200 КВт. Запуск резонансного контура E A B B' следовало производить с максимальной предосторожностью, потому что он мог легко выдать напряжение, способное спровоцировать неуправляемые электрические явления. Для сохранения контроля за установкой ее требовалось запускать на минимальной мощности, чтобы она постепенно выходила на рабочий режим. Пластине (V), расположенной внутри полости кольца, полагалось действовать как клапан безопасности для высокого давления. Ее схема позволяла рассеивать в воздухе значительные разряды, которые могли возникать при постепенном увеличении мощности.

Хотя Тесле не удалось закончить строительство этой первой передающей станции, он все же смог дойти до момента ее запуска. При этом у него не получилось построить принимающую станцию для того, чтобы доказать жизнеспособность своего проекта. До сих пор непонятно, была ли идея Теслы правильной. Ее никогда не забывали, но, по сути, теоретическая и экспериментальная работа, проводившаяся в этом направлении, не была целиком и полностью основана на принципах Теслы.

Успешные опыты беспроводной передачи энергии в контролируемых контурах осуществлялись, например, в Массачусетском технологическом институте (MIT), но не в таких масштабах, как предполагал Тесла. Так или иначе, проект Теслы остался незавершенным, а его принципы — недоказанными.

Морган отправлял денежные переводы очень медленно и всегда после неторопливого и утомительного процесса направления ему письменных рекламаций. В ту эпоху он был вовлечен в масштабную операцию по созданию «Юнайтед Стейтс Стил» — самой большой корпорации из существующих на тот момент в США. С ее помощью он планировал превзойти североамериканского стального короля Эндрю Карнеги. Титаническая операция тогда проходила очень деликатную фазу в силу финансовой паники, начавшейся в 1901 году. В тот момент рынок нью-йоркской биржи рухнул в результате борьбы финансовых магнатов (среди которых был и сам Морган) за контроль над Северной тихоокеанской железной дорогой. Отношения между изобретателем и его инвестором быстро приняли характер подчиненности, становившейся все более очевидной в письмах, которыми они обменивались в то время.

Когда деньги на зарплату рабочим начали заканчиваться, ритм строительства стал прерывистым. Тесле пришлось отказаться от своей первоначальной цели, он начал принимать любые заказы, продавать прототипы и изобретения по любой цене, пытаться, как бы это ни было трудно, искать финансирование. Между тем он продолжал жить в «Уолдорф-Астории» и принимать участие в пышных великосветских собраниях, стремясь вызвать впечатление финансовой стабильности, в то время как сам летел в бездонную пропасть.

Основное здание комплекса было готово к эксплуатации, но башню Ворденклиф так и не достроили в соответствии с планом. Однако даже при таком состоянии дел Тесла начал этап испытаний, чтобы заставить замолчать голоса критиков, повторявших на печальный лад слова редактора журнала Electrical Age: «Великая надежда оказалась пустым обещанием». Оборудование на Лонг-Айленде было мощнее, чем в Колорадо-Спрингс, а население проживало ближе и было куда более многочисленным. Вспышки и разряды, выглядевшие как начало апокалипсиса, раздирали ночь и наводили панику на местных жителей. В любом случае, это продолжалось недолго. Когда компания Вестингауза потребовала платы за аренду предоставленного оборудования или, по крайней мере, его возврата, ситуация достигла кульминационной точки. Чтобы получить от инвестора необходимые средства, Тесла посчитал

своим долгом объяснить ему истинную цель проекта Ворденклиф. Его опасения оправдались: как только Морган узнал, что финансирует мечту о мире без энергетической зависимости, то в последний раз лаконично ответил:

«Уважаемый господин,

в ответ на Вашу записку с сожалением сообщаю, что не намерен больше выплачивать никаких сумм, кроме оговоренных прежде. Естественно, желаю Вам удачи с Вашим предприятием. Искренне Ваш,

Дж. Пирпонт Морган».

ЗАГОВОР МОРГАНА

После мучительного разрыва деловых отношений Джона Моргана и Николы Теслы банкир вычеркнул изобретателя из своей жизни. Имя Теслы не значится в реестрах и записях книг его предприятий, его не упоминают в биографиях Моргана, как будто они никогда не были знакомы. Огромное количество слухов, сопровождающих фигуру Теслы, интерпретировали этот факт так, будто Морган, увидев рождение технологии, которая должна была разрушить его империю, объявил умышленный бойкот исследованиям изобретателя. Когда о крахе проекта объявили публично, ходили слухи, что Морган скупил патенты Теслы с целью не позволить ему довести проект до конца. Однако правда состоит в том, что крах энергетического рынка в 1900-е годы из-за использования системы Теслы был лишь потенциальной, весьма отдаленной возможностью. Кроме решительного успеха в сфере телекоммуникаций, Морган провернул замечательную сделку. Наверное, более разумно думать, что для Моргана Тесла был просто одной из неудавшихся инвестиций в войне за то, чтобы не потерять передовые позиции в мире бизнеса, ошибкой, о которой он постарался забыть.

Ответ Теслы был не менее безапелляционным, в пространном репортаже он с барабанным боем известил весь мир о великом инвесторе проекта Ворденклиф. Далее он продолжил самонадеянно просить у Моргана деньги, каждый раз требуя все меньше, но делая это беспрестанно. Банкир не ответил и постарался не позволить Тесле вступить в диалог с другими миллионерами, превратив его в прокаженного на Уолл-Стрит. Единственным разом, когда он связался с Теслой, стал разговор

через адвоката: изобретателя поставили в известность, что если он договорится с третьим инвестором, то ему придется выкупить у Моргана его долю в 51 %. А это было совершенно невозможно.

В июне 1904 года судья наложил арест на экспериментальную станцию в Колорадо-Спрингс для оплаты долга за потребление электроэнергии, договор о которой изобретатель заключил с местной компанией. Дело в том, что Тесла потратил больше, чем было предусмотрено, так как первоначально ему обещали бесплатную поставку. К этому добавились требование от местных властей на оплату счетов за воду и заявление от сторожей о невыплате заработной платы. Станцию разрушили и продали на дрова. Оставшиеся там приборы были перемещены на склад. В течение 1905 года стройка на станции Ворденклиф все чаще простаивала, а Тесла отсутствовал, пытаясь решить долговые проблемы и заработать с помощью практичных и легких изобретений. Так продолжалось до тех пор, пока строители не перестали приходить на работу. Однажды утром стройка уснула и больше не проснулась никогда.

Казалось, не хватает какого-то последнего события, которое стало бы официальным закрытием станции Ворденклиф. И оно произошло, это была новая трагедия. В ночь на 25 июня 1906 года Гарри Кендалл Тоу, наследник одного из самых больших состояний в США, известный своим пристрастием к наркотикам, тремя выстрелами убил Стэнфорда Уайта на террасе Мэдисон-сквер-гарден на глазах всего пораженного нью- йоркского высшего света. Влияние и власть Тоу заставили суд признать миллионера невиновным, сославшись на временное помутнение рассудка. После этого мрачного происшествия Тесла остался совсем один. В последние месяцы даже Роберт Джонсон отдалился от него, беспокоясь, что деловые отношения с изобретателем могут повлиять на его положение в The Century Magazine.

Именно тогда Никола Тесла понял, что должен принять поражение в главном проекте своей жизни. Он пережил нервный кризис, и в течение долгого времени его никто не видел. Прошло два десятилетия с тех пор, как он оставил Эдисона, чтобы развязать войну под флагом своей мечты. И теперь мечта Теслы погибла.

ГЛАВА 5
Последние искры гениальности

Никола Тесла так и не смог оправиться после провала проекта мировой системы передач, из-за которого он проиграл в гонке за радио. Лучшие его годы были уже позади, новое поколение ученых заменяло предыдущее и продвигалось вперед в исследованиях атома и ядерной физики. Тогда начался процесс забвения, который отодвинул имя изобретателя в тень его более удачливых коллег. Но даже в такой ситуации Тесла продолжал создавать удивительные вещи, основанные на идеях, которые возникли у него еще в молодости.

В зрелые годы Никола Тесла продолжал элегантно одеваться и поддерживать внушительный имидж. По мере того как инвесторы оставляли его проекты, увеличилось количество статей про него в прессе с привлекающими внимание заголовками. Однако эти статьи вместо того, чтобы вызвать интерес к его проектам, как он того хотел, только способствовали созданию образа предсказателя-идеалиста. Несмотря на все это, поклонники продолжали окружать Теслу. Среди них периодически появлялись новые лица, желавшие реабилитировать изобретателя и добиться для него заслуженных почестей.

Во время агонии станции Ворденклиф Тесла работал над несколькими изобретениями, которые могли быть быстро проданы: например, над счетчиком километража для автомобилей на основе трения воздуха; его установили на люксовые модели Паккардов, Линкольнов и Пирс-Эрроу. Кроме того, он занимался и более амбициозными проектами, уверенный в том, что благодаря им снова окажется в ряду передовых ученых. Так вспыхивали последние искры его гения.

В 1909 году Гульельмо Маркони и немец Карл Фердинанд Браун (1850-1918) получили Нобелевскую премию по физике за исследования в области «беспроволочной телеграфии». Тесла втянулся в длительную судебную тяжбу с итальянским изобретателем и, в конце концов, проиграл. Только через 30 лет, в 1943 году, Верховный суд США отменил вердикт, вынесенный в пользу Маркони, и признал Теслу пионером в области развития радио: вывод был сделан на основе простого факта, что его соперники использовали в своем изобретении патенты Теслы. Однако сам изобретатель всего несколько месяцев не дожил до этого события. Несмотря на это запоздавшее, но все же

официально принятое решение, до сих пор большинство научных трудов, популярных публикаций и учебников приписывают создание радио кому-либо из длинного списка различных изобретателей.

ТУРБИНА ТЕСЛЫ

Одним из первых воспоминаний Теслы о детстве была попытка создать вакуумный двигатель, способный на постоянное движение, что в результате вылилось в появление маленького безлопастного насоса. Изобретатель прекрасно помнил, как ему удалось запустить свою модель в небольшой речке около дома. Вдохновение для его последнего изобретения, прототипы которого ему удалось сделать, было основано как раз на том эпизоде из детства.

Примерно в 1906 году Тесла придумал безлопастную турбину, работавшую на воздухе или паре с использованием плоских металлических дисков. Она была способна функционировать с большей скоростью в силу своей пластичности и меньшего трения, а также могла более быстро изменять направление вращения. Тесла оставил в стороне традиционные представления о том, что турбина должна иметь твердый элемент, на который для приведения ее в движение будут воздействовать воздух или пар. Вместо этого он решил использовать две другие характеристики веществ, известные физикам, но не использовавшиеся до того момента для механических устройств, — адгезию и вязкость.

Сердцем турбины Теслы является ротор, состоящий из нескольких очень тонких мельхиоровых дисков, закрепленных на центральной оси. Размер и количество дисков зависели от конкретных обстоятельств применения. Тесла проводил опыты с разными конфигурациями. Для разделения дисков между ними располагались шайбы по 2-3 мм, плотно прижатые и закрепленные с помощью латунных гаек. Также на дисках были отверстия (см. рисунок 1).

Собранный ротор находится внутри статора, стационарной части турбины, представляющей собой цилиндрическую металлическую коробку. Для расположения ротора диаметр внутренней камеры цилиндра должен быть немного больше дисков ротора с зазором около 6 мм. С каждой из сторон статора располагаются подшипники для оси. Статор имел один или два входа, в которых размещались инжекторы. В оригинальной

конструкции Теслы их было две штуки — чтобы турбина могла менять направление вращения. Благодаря этой простой схеме расположения, когда инжекторы запускали поток внутрь статора, он проходил между дисками ротора, заставляя их вращаться. Затем поток выходил через спусковое отверстие в центре турбины (см. рисунок 2 на стр. 153).

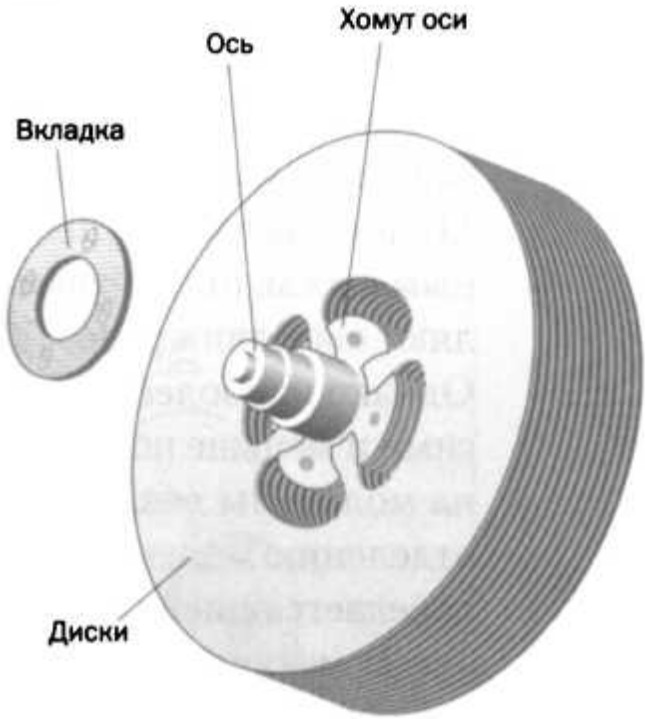


РИС. 1 Ротор турбины Теслы состоял из нескольких гладких дисков с расстоянием между ними в несколько миллиметров. Поток должен проходить по поверхности дисков, а затем выходить через выпускные отверстия.

Как получалось, что энергия потока заставляла вращаться металлический диск? Если поверхность диска гладкая и на ней нет лопастей и зазубрин, то логика подсказывает нам, что поток будет течь по диску, не приводя его в движение. Объяснение кроется в таких свойствах вещества, как адгезия и вязкость, которые мы упоминали ранее. Адгезия — способность к физическому сцеплению вместе разных молекул в результате действия сил притяжения. Вязкость представляет собой свойство вещества, противоположное текучести, и зависит от трения между молекулами. Эти два свойства комбинируются в турбине Теслы для передачи энергии от потока к ротору.

Когда поток проходит по диску, силы адгезии воздействуют

на молекулы, находящиеся в непосредственном контакте с металлом, и уменьшают их скорость из-за прилипания к металлу. Молекулы потока, непосредственно следующие за поверхностным слоем, сталкиваются с прилипшими молекулами и замедляют свое движение. Так слой за слоем поток останавливается. Однако наиболее удаленные слои меньше сталкиваются с другими и меньше подвержены адгезии. Кроме того, одновременно на молекулы воздействуют силы вязкости: они препятствуют отделению молекул друг от друга, возникает сила тяги, которая передается диску, и в результате диск приходит в движение.

В механике тонкий слой жидкости или газа, взаимодействующий с поверхностью диска, называется пограничным слоем, и его свойства описаны в теории пограничного слоя. В результате данного эффекта поток следует по быстро ускоряющейся спиральной траектории по поверхности дисков до тех пор, пока не находит выход. Так как он движется естественным образом по пути наименьшего сопротивления, не встречая никаких ограничений, препятствий, действия сторонних сил от лопастей и зазубрин, то происходит постепенное изменение скорости и направления, это дает больше энергии турбине (см. рисунок 3). В действительности Тесла заверял, что КПД его турбины равен 95 %, то есть значительно превышает потенциал тогдашних турбин. При этом на практике его турбины применить было не так-то просто. Тесле не удалось достигнуть желаемой эффективности турбин.

Его идею даже приняло Министерство обороны США, хотя Тесла удостоился от него лишь благодарности, но не денег. Снова ему требовались инвестиции, и он продал лицензии, чтобы сделать турбину в Европе. Изобретатель верил, что сможет сам найти достаточную сумму для создания турбины в своей стране, но средств все-таки не хватало.

Наконец, ему удалось заинтересовать группу инвесторов и построить прототип: огромную турбину с двойным действием пара на станции Уотерсайд, находящейся под контролем нью-йоркской компании Эдисона. Сразу стало ясно, что с этой турбиной не все в порядке — по всей видимости, из-за использованных в изготовлении материалов. В ту эпоху еще не существовали сплавы, способные выдержать 35000 оборотов в минуту в течение длительного времени; огромная центробежная сила деформировала металл вращающихся дисков.

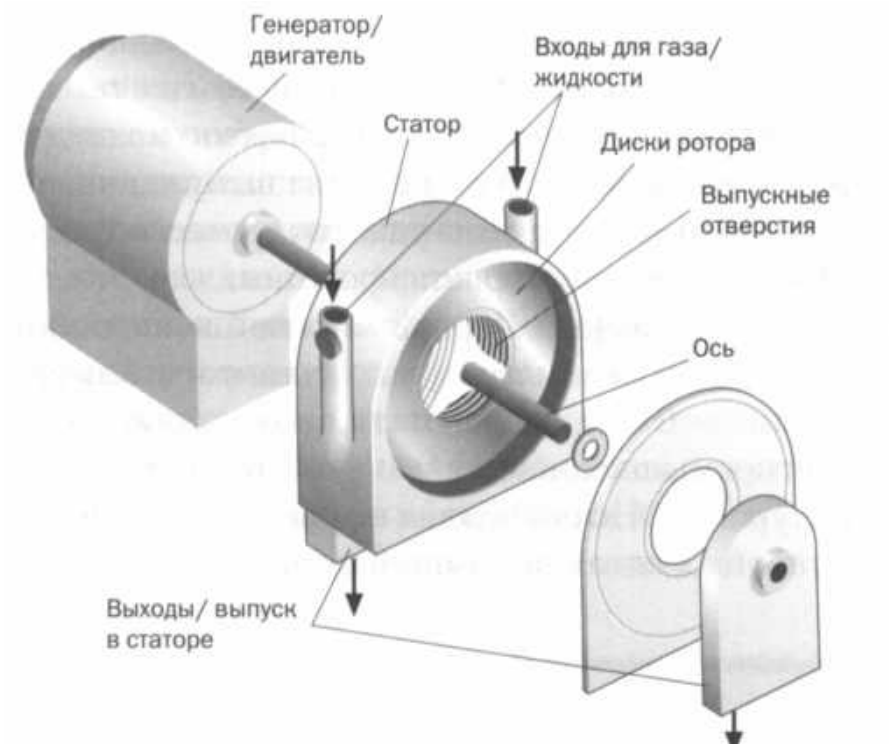


РИС.2

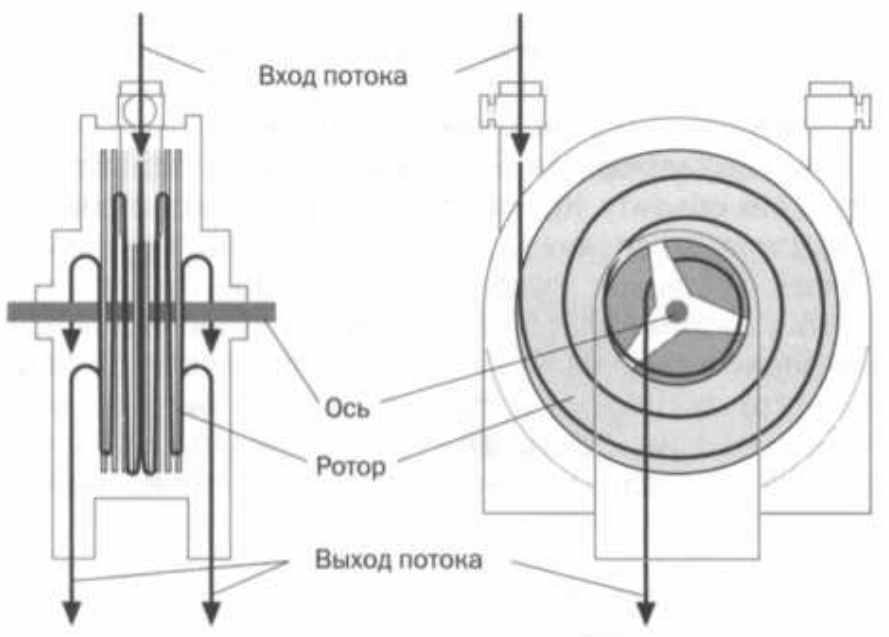


РИС.3

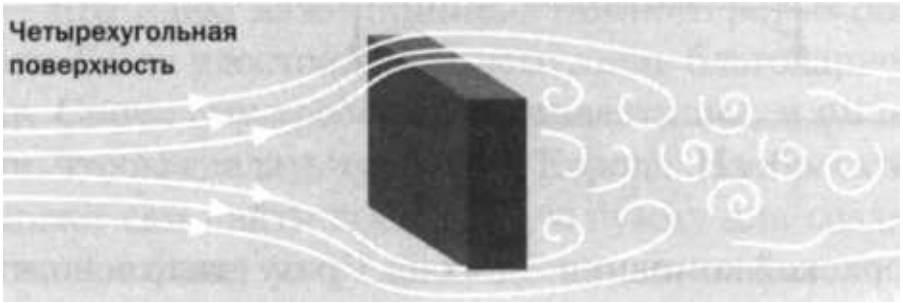
Но также верно и то, что Тесле никогда не симпатизировали инженеры станции (которые утверждали, будто схема турбины

ошибочна), а рабочие не любили его за вынужденные переработки. Таким образом, Тесле не удалось провести требующиеся испытания и усовершенствовать прототип.

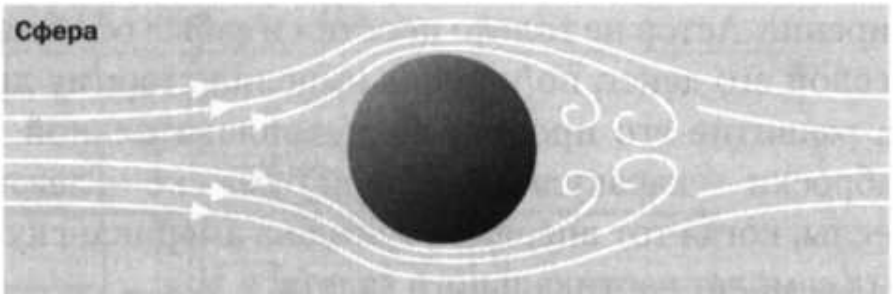
Незадолго до начала Первой мировой войны он пытался убедить немецкого министра флота, адмирала Альфреда фон Тирпица (1849-1930), разработать в Германии, обладающей гигантской промышленной мощью, усовершенствованный прототип его турбины. Но его усилия не принесли никаких плодов. Впрочем, это был не самый лучший момент для подобных переговоров.

ТЕОРИЯ ПОГРАНИЧНОГО СЛОЯ

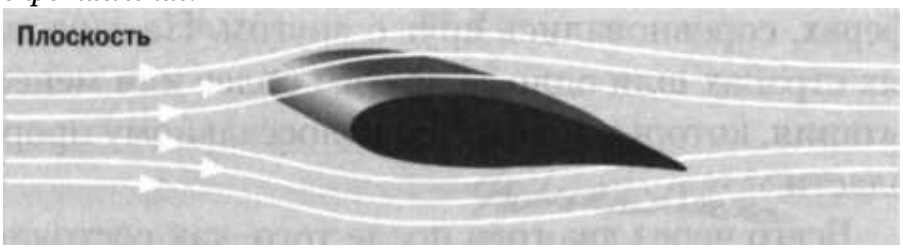
До 1860 года интерес инженеров к механике жидкостей ограничивался изучением течения воды. Развитие химической промышленности в конце XIX века вызвало интерес к другим жидкостям (более вязким по сравнению с водой и воздухом), которые оказывали большее сопротивление перемещающемуся в них объекту. Кроме того, ученые сконцентрировали внимание на газах. Изучение вязких жидкостей, особенно турбулентных потоков, продвигалось с большим трудом, пока немецкий физик Людвиг Прандтль (1875-1953) не заметил в 1904 году, что многие потоки делятся на две основные части: в ближайшем к поверхности слое (получившем название пограничного) концентрируются эффекты, связанные с вязкостью, а в других зонах данными эффектами можно пренебречь. Понятие пограничного слоя способствовало развитию современных представлений о механике жидкостей, так как упростило математические модели, позволяющие изучать ближайшую к поверхности зону, и привело к обновлению теории невязких жидкостей. Последняя может применяться для зоны, не относящейся к пограничному слою. Теория пограничного слоя в большой степени способствовала развитию концепций крыльев современных самолетов, устройств газовых турбин и компрессоров.



Плоские объекты с выраженными ребрами, такие как коробка, испытывают сильное сопротивление при продвижении.



Круглые объекты, такие как мяч, испытывают среднее сопротивление.



Форма крыла самолета минимизирует сопротивление.

Разгоревшаяся Первая мировая война со всех сторон оказала негативное влияние на жизнь Теслы. Изобретатель перестал получать отчисления за права на европейские патенты, к тому же он превратился в подозрительное лицо из-за некоторых своих знакомств в Старом Свете. В те годы у него также были неприятности, связанные с непониманием и путаницей в вопросе его гражданства. Кроме того, все усложнялось тем, что именно сербский националист убил эрцгерцога Фердинанда в Сараево, что и послужило поводом к началу войны. Часто на патенты Теслы накладывался гриф «изобретено за границей» (NIH от англ. Not Invented Here), поэтому их подвергали более длительной процедуре оформления. Относительно турбины Теслы в правительственном отчете значилось, что турбина Парсонса (которая была изобретена «здесь, в США») долгое время успешно эксплуатируется, и промышленный сектор не готов к затратам на

ее замену.

Турбина Теслы была забыта на несколько десятилетий. Металлургической промышленности потребовалось еще время на создание подходящего сплава. Как мы уже говорили, некоторые идеи, реализованные Теслой, развившись, сегодня стали базовыми принципами двигателей, основанных на механике жидкостей. Сейчас несколько предприятий продают усовершенствованные версии турбины Теслы, для их производства были сделаны новые расчеты и оценены положительные стороны системы, такие как легкость, экономия и эффективность.

САМОЛЕТ ВЕРТИКАЛЬНОГО ВЗЛЕТА

Джон Джейкоб Астор несколько лет избегал встречи с Теслой. При этом, хотя причины такого поведения были совершенно ясны, только его участием можно объяснить, что в отеле «Уолдорф-Астория» продолжали терпеливо относиться к долгам Теслы, которые неуклонно росли. В 1908 году наступило примирение. Астор не только простил и забыл об обмане и растрате Теслой его денег, но и вновь выделил старому другу средства на развитие его проекта воздухоплавательной техники. Его наброски — каракули на смятой бумажке — лежали в кармане Теслы, когда тот впервые ступил на американскую землю. Это был самолет вертикального взлета.

В ту эпоху пионеры авиационной промышленности, как это происходило и во многих других научных и технических сферах, соревновались друг с другом. На заре авиации в разных странах шли одно за другим более или менее удачные испытания, которые привели к колоссальному прорыву в данной области.

Всего через два года после того, как состоялся полет бразильца Альберто Сантоса-Думонта в Париже на его знаменитом самолете 14-bis, а братья Райт запатентовали в США свой аэроплан, Тесла задумал самолет, который мог бы взлетать и садиться на плоскую крышу здания, во двор или на палубу корабля.

Jan. 3, 1928. 1,655,113

N. TESLA

METHOD OF AERIAL TRANSPORTATION

Filed Sept. 9, 1921

Fig. 1.

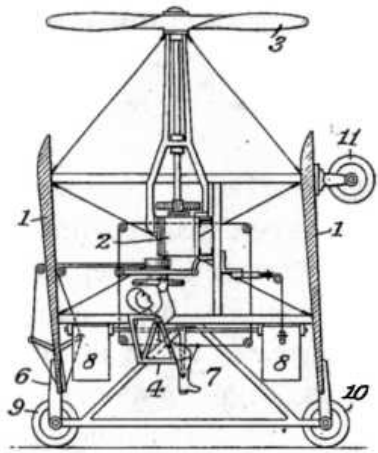


Fig. 2.

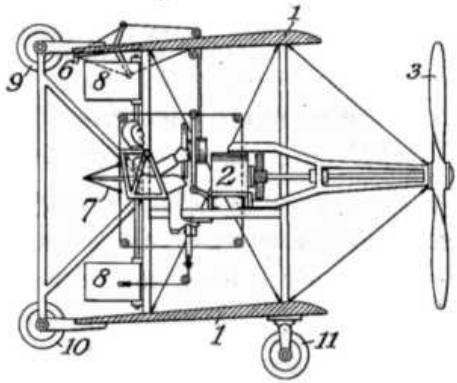
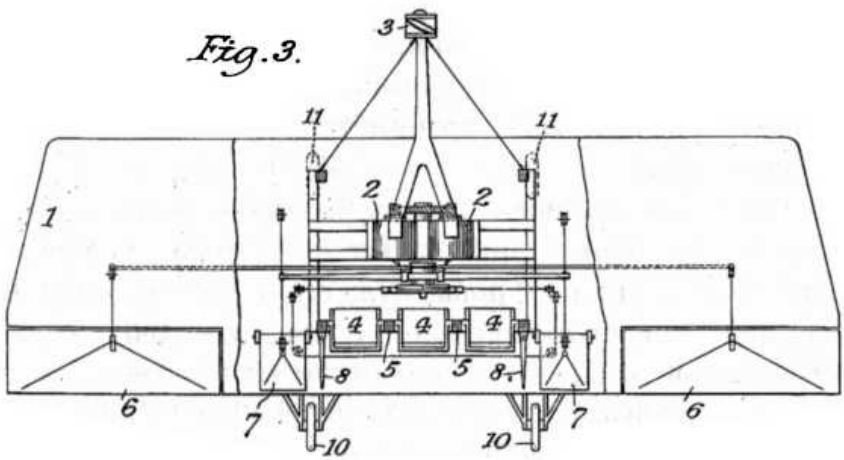


Fig. 3.



INVENTOR
Nikola Tesla
BY
Kerr, Page, Cooper & Hayward
ATTORNEYS.

Схемы к патенту 1665113 Теслы, где показаны устройство и принцип действия его «самолета- вертолета», предшественника СВВП (англ. VTOL), самолета вертикального взлета и посадки.

В таком устройстве использовалась новейшая турбина, позволяющая развить высочайшую скорость. Несколько лет изобретатель занимался разработкой чертежей самолетов и двигателей для летательных аппаратов, не подавая при этом заявок на патенты. В нескольких статьях, опубликованных в прессе, где его преподносили как крайне противоречивую личность, Тесла жаловался на печальное состояние развития авиации, которой он, тем не менее, предсказывал великое будущее.

Схема Теслы представляла собой аппарат, способный взлетать практически вертикально благодаря пропеллеру, используемому сегодня на вертолетах. В воздухе двигатель с пропеллером и крылья перемещались в горизонтальное положение. После этого мощная, но легкая турбина Теслы позволяла самолету развивать скорость, невероятную для первых авиаторов, которые стремились не сломать себе шею в пробных полетах, длящихся несколько минут. В собственном патенте изобретатель дает своей модели название «самолет-вертолет» и подробно объясняет, до последней математической детали, соотношение сил, делающее возможными движения данного аппарата (см. схему на предыдущей странице).

Однако новое несчастье было уже не за горами. Трагическая и неожиданная гибель Джона Джейкоба Астора во время крушения «Титаника» лишила Теслу не только верного, великодушного друга, но и пошатнула его и без того неустойчивое финансовое положение. Не имея достаточно средств, до 1920-х годов изобретатель не мог подать заявление на регистрацию патентов на свой летательный аппарат. Они появились лишь в 1928 году, когда Тесле исполнилось 72 года. Ему так и не удалось построить прототип, который доказал бы возможность применения его идей в данной области.

Понятие вертикального взлета забыли до 1950-х годов, когда некоторые передовые самолетостроительные предприятия, такие как «Локхид», начали испытывать аппараты, гораздо более сложные, но, тем не менее, полностью основанные на базовых принципах, изложенных в патенте Теслы 1928 года. Его идеи можно увидеть во всех моделях самолетов вертикального взлета и посадки СВВП (англ. VTOL — от Vertical Take-Off and Landing), которые были созданы в последующие годы. Однако, как бы то ни было, из-за высокой стоимости данная технология, которую Тесла предлагал для всех типов летательных аппаратов, применяется только в военной промышленности.

ДЖОН ДЖЕЙКОБ АСТОР

Джон Дж. Астор (1864-1912) — представитель четвертого поколения династии американских мультимиллионеров, хотя и без этого его можно назвать очень интересной личностью.

Он писал научно-популярные романы, участвовал в войне на Кубе в чине полковника, а также занимался изобретательской деятельностью и зарегистрировал несколько патентов, например на тормоз для велосипеда. Но прежде всего Джон Астор был одним из столпов нью-йоркского высшего общества на рубеже XIX-XX веков, а также чрезвычайно умным инвестором в недвижимость. По его инициативе на свет появилась «Уолдорф-Астория», настоящий памятник ар-деко, самый роскошный и современный отель Нью-Йорка. Впервые в истории отель не только занимался размещением и обслуживанием постояльцев, но и стал центром социальной жизни, которая бурно кипела в его салонах. В возрасте 48 лет Астор женился второй раз: его избранницей стала 18-летняя девушка, что вызвало скандал в нью-йоркском обществе. После свадьбы супруги восемь месяцев путешествовали по Африке и Европе. За это время молодая женщина забеременела и для возвращения в Америку выбрала самый большой на тот момент трансатлантический лайнер в мире — «Титаник», первый рейс которого должен был пройти с большой помпезностью. Миллионер находился в своей каюте, но не спал, когда в 23:40, 14 апреля 1912 года, корабль столкнулся с айсбергом посредине Атлантики. Астору удалось отвести жену к одной из спасательных шлюпок, но сам он туда сесть не мог. Его тело нашли спустя несколько дней. Несмотря на неслыханные роскошь и удобства, «Титаник» был не слишком хорошо оснащен спасательными средствами, которых хватало только на треть пассажиров.

ПОЛЕМИКА И ПОЧЕСТИ

Грандиозный спор о том, кто на самом деле изобрел радио, решался, как и все прочие, в суде. Первый «выстрел» прогремел в 1915 году, со стороны Маркони, когда он подал в суд на «Атлантик Коммуникейшн Компани» за незаконное использование его патентов. Раздосадованный этим Никола Тесла в августе того же года обратился с иском против Маркони за «незаконное присвоение аппаратов и схем, зарегистрированных на имя Николы Теслы в патентном бюро».

После этого сербский физик Михаил Пупин, который прежде защищал своего соотечественника, встал на сторону итальянского коллеги. Через три года юридического противостояния Тесла проиграл суд. Ему было весьма неприятно признать, что Маркони действительно умеет удивлять людей и завоевывать их доверие.

Однако разбирательства по данному вопросу не прекратились. Через некоторое время американская телеграфная компания «Маркони Вайрлесс» подала в суд на правительство США за использование патентов Маркони в Первой мировой войне. Тяжба длилась несколько десятилетий, что смущало и

удивляло общественность. В 1943 году иск компании Маркони против правительства США попал в Верховный суд. Итальянский изобретатель представил свой первый запрос на патент в 1910 году, но его отклонили, так как ранее запрос был подан сэром Оливером Лоджем; первый же радиопатент за номером 645576 запросил еще в 1897 году Никола Тесла и получил его 20 марта 1900 года, то есть задолго до Маркони. С другой стороны, у Теслы имелись схемы беспроводной связи, которые он представлял на лекциях еще в 1893 году. В 1900 году он опубликовал статью в Century Magazine, а в 1904-м представил в Electrical World and Engineer описание радио, не свойственное никому из других пионеров-изобретателей того времени. Речь шла не только о системе передачи информации из точки в точку, но и о такой модели, которую мы используем и сегодня.

СЛУХИ ВОКРУГ НОБЕЛЕВСКОЙ ПРЕМИИ

Ежедневная газета New York Times опубликовала 6 ноября 1915 года сообщение о том, что Эдисон и Тесла совместно номинированы на Нобелевскую премию по физике. Под давлением журналистов оба изобретателя признали, что не получали никаких официальных извещений, тем не менее пресса по всему миру сообщала об этом. New York Times не стеснялась подавать эту информацию как свершившийся факт. Наконец, 14 ноября Нобелевский комитет объявил из Стокгольма, что премия по физике будет вручена Уильяму Генри Брэггу и Уильяму Лоуренсу Брэггу, отцу и сыну, за анализ структуры кристаллов с помощью рентгеновских лучей. Речь шла о методе, сегодня известном как рентгеновская кристаллография. Сразу же начались пересуды: кто-то заверял, что Тесла отказался разделить премию с Эдисоном, другие — что произошло ровно обратное. Нобелевский фонд в официальном сообщении заявил, что подобные слухи лишены оснований, однако не уточнил, рассматривался ли кто-либо из враждующих изобретателей в качестве кандидата.

«У меня нет ни малейшего сомнения в эффективности радиоинформирования, особенно для отдаленных регионов [...]. В качестве отправной точки необходимо иметь в распоряжении несколько станций для передачи сигналов [...] рядом с крупнейшими центрами цивилизации — для того, чтобы получаемые здесь

новости передавались в любую точку земного шара. Любой человек, на море и на суше, имеющий простой и дешевый аппарат, помещающийся в кармане, может получать новости из любой точки мира или отправленные ему сообщения. Земля будет подобна громадному мозгу, который сможет из любой точки дать ответ».

Будущее развитие радио в основном следовало по пути, намеченному в патентах и заявлениях Николы Теслы. Это признал и Верховный суд в июне 1943 года, через шесть месяцев после смерти изобретателя.

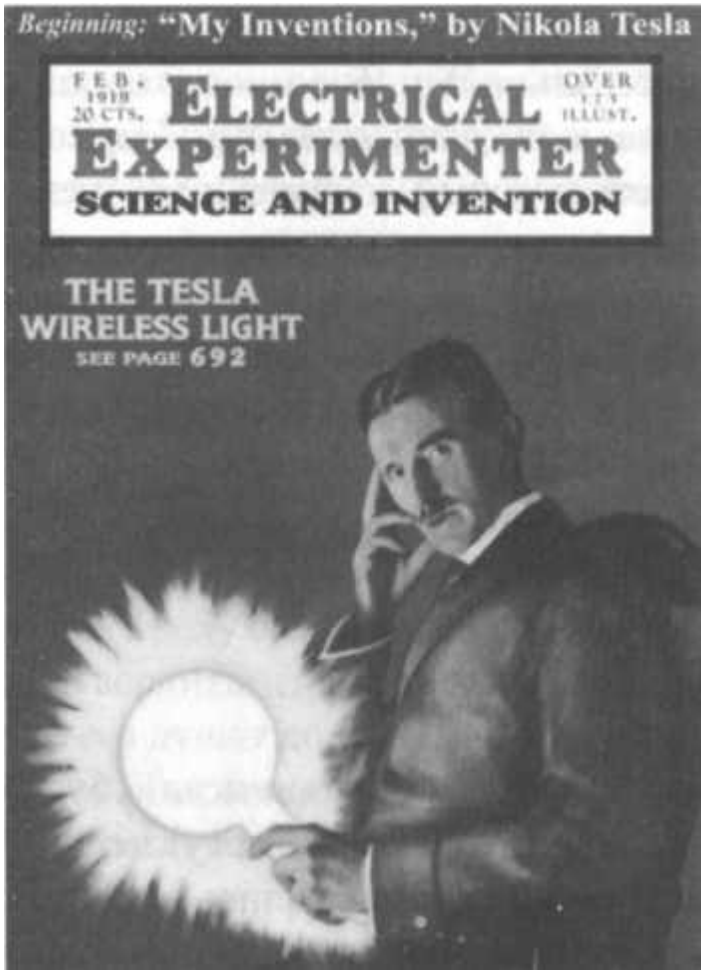
Тем не менее несправедливым было бы утверждать, что при жизни Тесла не удостоился никаких наград. Постепенно уходя в тень из числа самых прогрессивных исследователей, он начал получать награды от своих коллег. В 1917 году вице-президент AIEE Бернард Беренд предложил вручить Тесле наивысшую награду, о которой мог мечтать любой инженер и которая до сих пор вручается в области электронной инженерии, — медаль Эдисона. И не так трудно было убедить членов AIEE в необходимости наградить медалью именно Теслу, гораздо труднее оказалось заставить самого изобретателя принять ее.

Церемония состоялась в нью-йоркском Клубе инженеров, расположенном напротив Брайант-парка. На вручении присутствовали все выдающиеся члены AIEE, за исключением Эдисона, который никогда не появлялся на таких мероприятиях. Чествуемый пришел в парадном костюме, своим ростом и фигурой притягивая к себе взгляды собравшихся. Само вручение предполагалось после ужина, и когда, наконец, должны были начаться торжественные речи, организаторы заметили, что почетный гость исчез. Его искали везде, но так и не нашли.

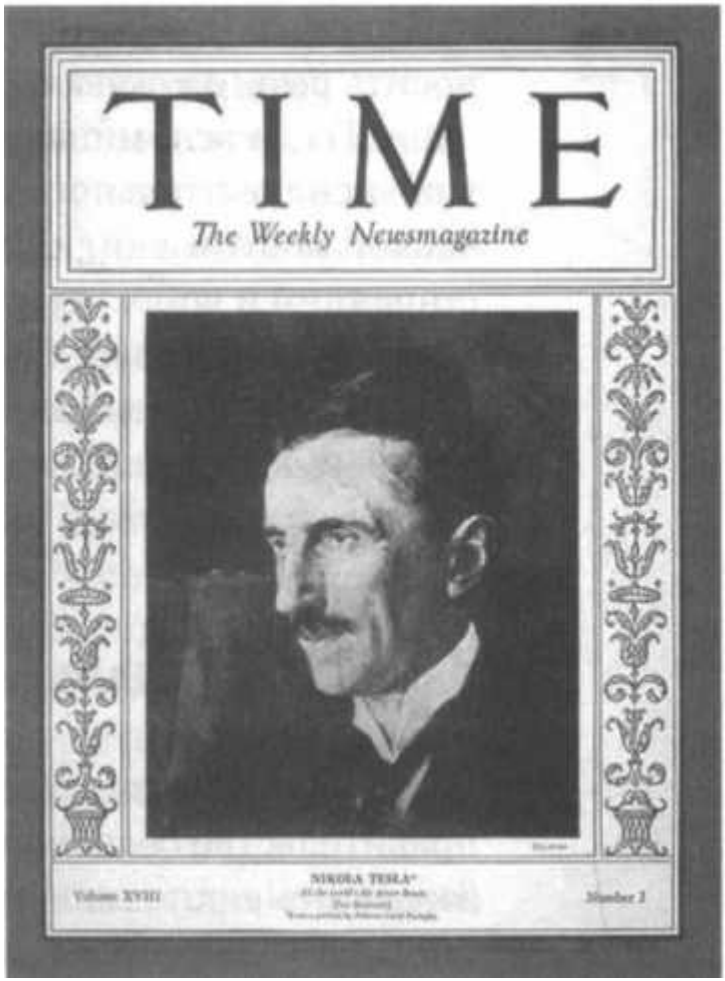
Тогда Беренд, знавший его особенности, вспомнил, что в последнее время любимым местом Теслы был Брайант-парк, где он часто кормил голубей. Беренд направился туда и увидел группу зевак, которые смотрели на нечто любопытное. Растолкав толпу, Беренд увидел Теслу в элегантном черном костюме, полностью покрытым голубями. Эти птицы, которых тогда не любили за нечистоплотность и распространение болезней, расположились у него по голове, в поисках корма клевали его руки и садились на плечи. Изобретателю долго пришлось чиститься, прежде чем он смог вернуться в салон, где его ждало вручение медали, носившей имя его некогда злейшего врага.

Когда Тесле предложили награду, он не ожидал, что члены AIEE в своих речах будут столь щедры на похвалу. Возможно, признание пришло к нему не ко времени, оно не могло повлиять

ни на общественное мнение, ни на деловой и промышленный климат страны, и тем не менее оно было искренним. Тесла чувствовал, что растроган, и когда настала его очередь произносить речь, он сказал о Томасе Альве Эдисоне много хороших слов. Тесла вспоминал их первую встречу, описывая Эдисона как «исключительного человека, который, не имея ни теоретической подготовки, ни других средств, возвысился благодаря стараниям и упорству, собственными силами». В тот вечер, как записал его первый биограф Джон О'Нилл, Тесла вернулся в отель, опьяненный аплодисментами и, наконец, с ощущением, что он примирился с этим миром.

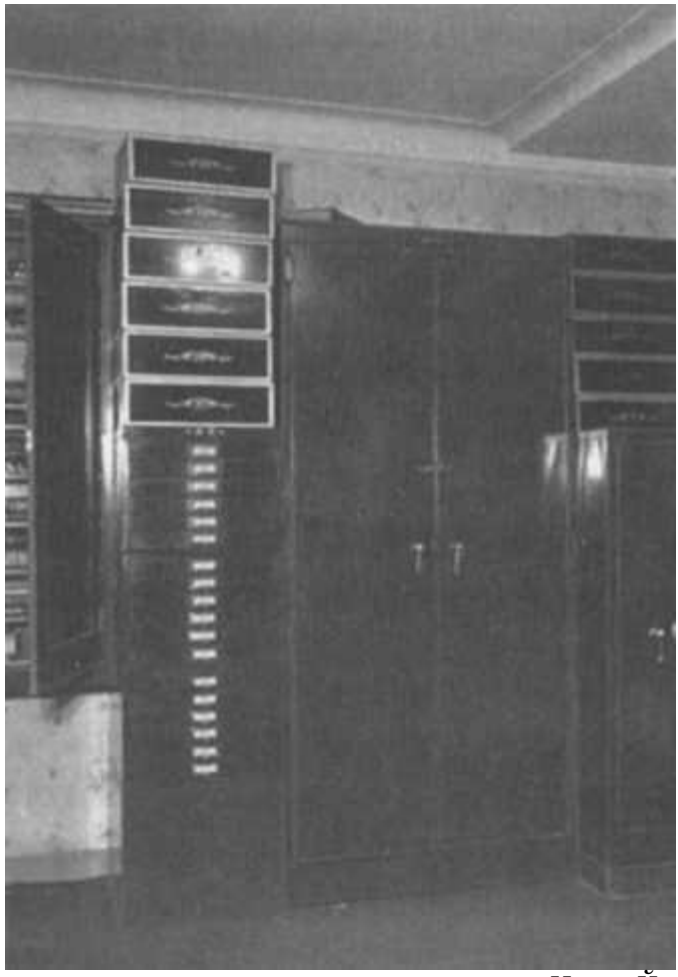


Тесла на титульном листе Electrical Experimenter в 1919 году.



Журнал Time посвятил Тесле титульный лист в честь его 75-летнего юбилея.

В1934 году фотография заметно постаревшего Теслы появилась в Scientific American.



Тесла хранил в своем номере в отеле «Нью- Йоркер» все документы о своей работе в течение всей жизни.

ПРИНЦИПЫ РАДАРА

Башню Ворденклиф снесли в 1917 году. Газеты писали, будто правительство беспокоилось о том, что строение могут использовать немецкие шпионы, хотя истина заключалась в другом: его новый владелец пытался получить хоть какую-то выгоду от развалин. Последние годы перед сносом были самыми трудными для Теслы. Компания Вестингауза подала на него в суд за неуплату стоимости аренды оборудования для комплекса и, получив положительное решение суда, урегулировала задолженность, забрав все оставшиеся установки. Это уже не была компания, основанная Вестингаузом. Так же как и Эдисон в свое

время, из-за Моргана питтсбургский магнат потерял контроль над собственным предприятием. Через некоторое время он умер.

Все свои деньги я вложил в эксперименты, чтобы совершать новые открытия, которые позволят человечеству жить немного лучше.

Никола Тесла

Продолжая искать спонсоров, Тесла отказывался съехать из своих невероятно дорогих апартаментов в «Уолдорф-Астории», хотя уже долгое время они ему были не по средствам.

Для урегулирования этой ситуации он должен был отдать в залог участок Ворденклиф новому собственнику отеля. Изобретатель приложил все усилия для того, чтобы данная сделка осталась не зарегистрированной, потому что его имидж кредитоспособного гражданина пострадал бы, если бы такие сведения предали огласке. Но долго держаться на плаву он не смог. В 1916 году судья Нью-Йорка посадил Теслу на скамью подсудимых за неуплату муниципальных налогов за станцию Ворденклиф. По иронии судьбы, требуемая сумма, менее 1000 долларов, была чудовищно мала по сравнению с его другими долгами, однако именно она послужила причиной объявить Теслу банкротом. Под присягой изобретателю пришлось подтвердить, что он проживает в «Уолдорф-Астории» в кредит, что его душат долговые обязательства и у него нет никаких активов. Так он стал банкротом. Эта новость была опубликована на первой полосе многих газет.

С тех пор работа Теслы стала носить лишь теоретический характер. Он никогда больше не увидел, как его идеи воплощаются в жизнь, хотя без устали продолжал делать важные открытия. В мире, который только что потрясла великая война, Тесла начал задумываться еще об одном изобретении (которое стало основополагающим через четверть века). В журнале The Century Magazine он писал:

«Стационарные волны [...] гораздо важнее беспроводного телеграфа, работающего на любом расстоянии. Благодаря таким волнам мы можем вызвать электрический сигнал в любой точке планеты, определить относительное положение или траекторию движущегося объекта, такого как корабль в открытом море, пройденное им расстояние и скорость его перемещения...»

В 1917 году в журнале The Electrical Experimenter, в котором через два года он опубликовал свою биографию, Тесла представил статью, предвосхищающую и описывающую в

технических деталях использование электромагнитных волн для локализации кораблей и субмарин:

«Если мы запустим тонкий пучок мельчайших электрических зарядов, колеблющихся с высочайшей частотой, равной миллионам циклов в секунду, и наш луч обнаружит на своей траектории какой-либо объект, например корпус подлодки, мы сможем заставить луч, столкнувшийся с объектом, отразиться и вернуться обратно, чтобы осветить экран, такой как для рентгеновских лучей. Так мы решим проблему обнаружения погрузившихся в воду подлодок. Естественно, этот электрический пучок должен обладать очень короткой длиной волны, и здесь мы наталкиваемся на первое осложнение: как получить нужную длину волны и большое количество энергии, необходимое для запуска пучка? Одно из решений — отправлять сканирующий луч с перерывами, что позволит нам получить огромную мощность такого луча».

Тесла описывал базовые принципы современных военных радаров. Звучит парадоксально, но изобретатель заботился о войне на море, так как в то время вероятность авиабомбардировок была еще, к счастью, отдаленной перспективой. Но на основе сформулированных им принципов был разработан импульсный авиарадар, проект которого секретно претворили в жизнь за несколько месяцев до Второй мировой войны. Данный радар стал незаменимым средством защиты. Кроме того, когда ученые изобретали сонар, за его основу также взяли принципы, близкие к тем, что были предложены Теслой.

РОЖДЕНИЕ ЛЕГЕНДЫ

В конце 1920-х годов во всех индустриализованных странах появились индукционные двигатели и установки для передачи электроэнергии, созданные Теслой. Они стоили примерно 50000 миллионов долларов. Несмотря на путаницу и недоразумения, изобретатель был признан пионером радиосвязи и автоматизации. В большинстве университетских лабораторий уже появились катушки Теслы. Существовало более 700 патентов на его имя, многие из которых относились еще к XIX веку. При этом упадок изобретателя был неизбежен.

После бесславного выезда из «Уолдорф-Астории», где Тесла прожил 20 лет, ему пришлось скитаться из отеля в отель: часто его выселяли за неуплату, нередко — за беспокойство, которое

причиняли его голуби, так как он селил их прямо у себя в комнате. Более успешные коллеги помогали ему расплатиться по счетам; в других случаях долг записывался в длинный список, имевшийся у изобретателя. Круг почитателей помогал ему в этой сложной ситуации, организуя чествования и присуждения почетных докторских степеней в университетах по всему миру. В период между двумя войнами с Теслой сблизились некоторые политические деятели с его родины, которые пытались как-то воспользоваться знакомством с ним. Несмотря на очевидность их намерений, исследователь позволял себя обольщать.

Еще одна эра в истории науки подходила к концу. Новое поколение ученых, среди которых в основном были университетские профессора, прокладывало себе дорогу, оставляя предшественников позади, особенно тех из них, кто в мире, где специализация стала играть важнейшую роль, занимался комбинированной деятельностью на стыке науки и техники. К последним можно отнести как физика и инженера Теслу, так и химика и изобретателя Эдисона. Новые физики обсуждали двойственную природу света, квантовую теорию и специальную теорию относительности. Тесла считал, что атомная энергия — это преходящая мода, а релятивисты повторяют друг за другом какую-то тарабарщину: «Кривизна пространства невозможна, потому что внутри него происходят действия и реакции, так что кривая компенсировалась бы прямой». В этом, как и во многих идеях, касающихся электромагнитных волн, он ошибался. Тем не менее ученые, занимавшиеся атомной физикой, не скупились на похвалы Тесле и признавали его влияние на науку. Сам Альберт Эйнштейн в знак уважения направил ему письмо к 75-летнему юбилею:

«Уважаемый господин Тесла!

Рад слышать, что Вы готовитесь праздновать свой 75-й День рождения, что позволило Вам, успешному первопроходцу исследований высокочастотных токов, присутствовать при замечательном развитии этой области технологий. Поздравляю Вас с огромным успехом работы всей Вашей жизни.

Альберт Эйнштейн».

ТЕСЛА, ЕДИНИЦА ИЗМЕРЕНИЯ

В 1960 году в Международную систему единиц была включена единица измерения индукции магнитного поля под названием тесла (в международном обозначении Т, а в русской

традиции — Тл). Эта единица равна индукции магнитного поля, в котором на 1 метр проводника, перпендикулярного вектору магнитной индукции, с током силой 1 ампер, действует сила в 1 ньютон:

Тл = 1 лг/Ас² = 1 В*с/м².

Тесла физически пережил всех своих соперников. Эдисон умер в 1931 году, Пупин — в 1935 году, Маркони — в 1937 году, в возрасте 73-х лет. В тот же год, однажды в полночь, когда Тесла переходил улицу, намереваясь покормить голубей в парке, его сбила и протащила по дороге машина такси. С обычным упрямством изобретатель отказался идти к врачу, хотя у него были сломаны несколько ребер и поврежден позвоночник. Тесла закрылся у себя в комнате на несколько месяцев. Из-за данного происшествия его здоровье ухудшилось.

В возрасте 81 года Тесла смог окончательно забыть об экономических трудностях. Югославское правительство при посредничестве Института Теслы, только что открывшегося в Белграде благодаря в том числе вкладу многих его соотечественников, приняло решение назначить изобретателю пожизненную пенсию в 7200 долларов в год. Тесле больше не пришлось заботиться о своих долгах и расходах. Хотя было уже слишком поздно.

Зимой 1942 года состояние здоровья изобретателя резко ухудшилось, и 7 января 1943 года горничная нашла его в номере 3327 отеля «Нью-Йоркер» мертвым. В возрасте 86 лет, согласно отчету коронера, Тесла умер от коронарного тромбоза во сне. Похороны были организованы государством, на них пришли великие деятели науки и промышленности, а также политики, представители сербских и хорватских эмигрантов и беженцев, проживающих в США, и еще 2000 человек. Хотя в мире снова шла война, траурные телеграммы, наполненные словами восхищения изобретателем, пришли со всех уголков мира. СМИ посвятили ему специальные выпуски и программы.

Через два дня, 9 января, ФБР конфисковало архив Николы Теслы для подробного изучения. Американское правительство хотело рассеять сомнения относительно последних заверений Теслы, распространенных прессой, о разработке им «луча смерти». Существование таких проектов казалось невозможным. Потом якобы некоторые бумаги были потеряны при перевозке в министерство обороны США. Так возникли слухи о заговорах разного толка. Тем не менее после того, как технические специалисты правительства США изучили бумаги изобретателя,

они передали их его племяннику, югославскому дипломату, а тот перевез их в белградский фонд. Возврат бумаг Теслы продолжался в течение нескольких лет, но в любом случае не похоже, чтобы в них было найдено что-то большее, чем известно сегодня.

Легенда о Тесле начала создаваться задолго до его смерти. А после нее данная легенда, включающая в себя фантастические представления изобретателя о будущем и о роли науки в истории человечества, только обрастала подробностями. История подтвердила слова Теслы, сказанные им в последние годы жизни о себе и своих соперниках: «Настоящее принадлежит им. Будущее, для которого я работаю, принадлежит мне».

Список рекомендуемой литературы

Allègre, C., Diccionario del amante de la ciencia, Barcelona, Paidós, 2008.

Angier, N., El canon, Barcelona. Paidós, 2008.

Asimov, I., Nueva guía de la ciencia: ciencias físicas, colección Biblioteca de Divulgación Científica, Barcelona, RBA, 1993.

Bodanis D„ El universo eléctrico, Barcelona, Planeta, 2006.

Bryson, B., Una breve historia de casi todo, Colección Biblioteca de divulgación científica, RBA, Barcelona, 2004.

Cheney, M., Tesla: el genio al que le robaron la luz, Madrid, Turner, 2009.

Gamow, G., Biografía de la física, Madrid, Alianza Editorial, 2007.

Gribbin, J., Historia de la ciencia, 1543-2001, Barcelona, Crítica, 2003.

Martin, T.C., The Inventions, Researches and Writings of Nikola Tesla, Hong Kong, Forgotten Books, 2012.

O'Neill, J., Prodigal genius, Nueva York, Cosimo, 2006.

Ribeiro da Luz, A.M. y Alvarenga, B., Física general, México DF, Oxford University Press, 1998.

Serway, R.A., Física (tomo II), México DF, McGraw-Hill, 1997.

Tesla, N., Yo y la energía, «Mis inventos» (1919), «El problema de aumentar la energía humana» (1900), Madrid, Turner, 2011.

Указатель

автоматизация 111-113, 166
альтернатор 55, 59, 64
ампер 56
Ампер, Андре-Мари 33, 34, 37
Астор, Джон Джейкоб 119, 121, 133, 138, 156, 158, 159
батарея 32
Беренд, Бернард 161, 162
Браун, Карл Фердинанд 149
Бэчлор, Чарльз 45, 46, 50, 51
Вандербильт 49, 52, 138
Ватт, Джеймс 38, 52
Вестингауз, Джордж 8, 13, 66-74, 76, 77, 82, 108, 110, 119, 135, 137, 139, 143, 144, 164
Вильсон, Роберт 133
волна, понятие 88
волны
радио 37, 91, 92, 99, 132
электромагнитные 9, 10, 13, 37, 79, 81, 84-91, 104, 110, 125, 126, 165, 167
стационарные 125, 131, 165
вольт 31, 56, 69, 70, 87, 95, 96, 105, 123, 124, 128, 134
Вольта, Алессандро 31, 32
Ворденклиф 10, 13, 139-145, 149, 164, 165
Всемирная выставка в Чикаго 13, 74-77, 81, 82
выпрямитель 59
Гальвани, Луиджи 31
Гейслер, Генрих 82, 103
Генри, Джозеф 35, 38, 51
Герц, Генрих Рудольф 9, 81, 90, 94
герцы (Гц) 59, 70, 94, 124, 126
Гиббс, Джон Диксон, 68
Гильберт, Уильям 22
Голар, Люсьен 68
двигатель
индукционный 8, 13, 17, 18, 51, 63, 76, 166
электрический 15, 33, 35
Джонсон, Роберт Андервуд 81, 103, 136, 146
Джоуль, Джеймс Прескотт 59
Джоуля закон 59-63
динамо-машина 13, 31, 34, 35, 38, 39, 45, 49, 51, 52, 61, 146
Грамма 39, 54

Фарадея 34
дифракция 91
длина волны 89, 91-93, 165
Дюфе, Шарль 22, 23
заряд электрический 22-24, 26, 32, 34, 36
излучение тормозное 104, 105
изолятор 24-26, 83, 95, 122
инфракрасный свет 92, 93
ионосфера 126
катушка Теслы 13, 94-98, 166
Колорадо-Спрингс 9, 13, 120-125, 127, 128, 130, 132, 136, 144, 146
конденсатор 26, 84-85, 95-97, 99, 100, 128, 130
Крукс, Уильям 102
Кулона закон 23, 34
Кулон, Шарль 23, 34
лампа дуговая 53
лампа накаливания 8, 50, 60, 82, 105, 119, 123, 130
лейденская банка 26-27, 31, 32
лекции 11, 13, 66, 74, 87, 101, 114, 122, 160
Лодж, Оливер 101, 160
лучи
гамма 92
катодные 102, 104, 108
космические 93
рентгеновские 37, 67, 85, 92, 93, 102-105, 107, 108, 110, 140, 161, 165
магнит 23, 33-37, 86, 138
Максвелл, Джеймс Клерк 9, 31, 36-39, 81, 88-90
Мандич, Джука 19, 43, 74
Маркони, Гульельмо 10, 99, 101, 111, 114, 121, 135, 139, 141, 150, 160, 167
Мартин, Томас Коммерфорд 66, 77, 81, 103, 139
Менло-Парк 50, 53
механика жидкостей 152, 154-156
микроволны 86, 91, 92, 133
Морган, Джон Пирпонт 10, 11, 13, 52, 71, 72, 82, 107, 138-139, 141, 143-146, 164
Морзе, азбука 101, 139
Морзе Сэмюэл 35
Мэдисон-сквер-гарден 111, 137, 146
напряжение электрическое 27, 39, 55, 58-62, 65, 85, 95-100, 124
Ниагара, водопад 13, 28, 74, 77, 106, 107

Нобелевская премия по физике 67, 110, 149, 161
Ом, Георг Симон 60
Ома закон 60, 61
осциллятор 84, 85, 90, 95, 113, 119, 128, 130, 142
отражение 91
Пензиас, Арно 132
поле
вращающееся магнитное 8, 13, 15, 41, 44, 54, 64, 77, 94
понятие 32
электромагнитное 36, 79, 88, 110
потенциал электрический 26, 56-58, 84, 105
проводник 24-27, 33, 37, 57, 58-62, 83, 98, 111, 115, 122, 134, 135, 142
Пупин, Михаил 66, 114, 136, 160, 167
радар 92, 164-166
радиоастрономия 132
резонанс электрический 85, 86, 98, 100
Шумана 125, 126
Рентген, Вильгельм Конрад 67, 108, 110
рефракция 91 ротор 38, 150, 151, 153
самолет вертикального взлета и посадки (СВВП) 156-159
свет (видимый спектр) 92
сила
электродвижущая (ЭДС) 26, 35, 96
электромагнитная 24
синусоидальная функция 41, 59
система
двухфазная 65
мировая передач 10, 13, 126, 134-137, 141
полифазная 65, 68
радио 100, 133
трехфазная 65
четырехфазная 65
шестифазная 65
Смилян 13, 18, 43
сопротивление удельное 61
сопротивление электрическое 53, 58, 59-61
спектр электромагнитный 91-94, 104
стул электрический 70, 73, 87
Твен, Марк 102, 103, 114, 115, 136
тениграммы 104, 108
Тесла, Милутин 18-20, 30, 40, 43
тесла (единица измерения) 168
Титаник 158, 159

ток
переменный 8-10, 15, 18, 39-41, 44, 47, 51, 53-71, 74, 76, 77, 81, 84, 86, 90, 94-96, 106, 140, 143
постоянный 8, 44, 47, 51, 52, 55, 58-61, 63, 95, 96
электрический 18, 25, 31-35, 37, 38, 41, 55, 56, 59, 60, 84-86, 88, 90, 102
Томсон, Элиу 51, 66
трансформатор 61, 62, 64, 66, 68, 84, 94, 96, 97, 99, 124, 140
трубка
Гейслера 82, 103
вакуумная 85, 102, 103, 108, 127
турбина Теслы 19, 28, 150-156, 158
Уайт, Стэнфорд 137-140, 146
ультрафиолетовый свет 93
«Уолдорф-Астория», отель 119, 133, 136, 139, 144, 156, 159, 164, 165, 166
управление дистанционное 13, 111, 113
Фарадей, Майкл 31-38, 88
Физо, Ипполит 89
флуоресцентный свет 77, 84, 87, 103, 109, 165
фон Клейст, Георг 26
фотография рентгеновскими лучами 103
Франклин, Бенджамин 23, 27, 28, 99
частота 59, 70, 71, 83-86, 89, 91-96, 98-100, 103, 104, 113, 115, 119, 122, 124-128, 130, 131, 133, 142, 165, 167
сверхнизкая (ELF) 125, 126
Шуман, Уинфрид Отто (см. также резонанс Шумана)
Эдисон, Томас Альва 8, 9,13, 44-46, 47, 49-53, 59-61, 63, 64, 66-72, 82, 107, 114, 124, 136, 141, 146, 152, 161, 162, 164, 167
Эйнштейн, Альберт 42, 167
электромагнетизм 33, 34, 37, 89, 90
электромагнит 31, 35, 53, 95
электромагнитная индукция 33, 61, 62
электроны 22-27, 31, 55, 56, 59, 60, 65, 104, 105
электротерапия 110, 114
энергия возобновляемая 87
Эрстед, Ханс Кристиан 33-35
AIEE (Североамериканский институт инженеров-электриков) 13, 18, 66, 74, 76, 85, 161, 162
Century Magazine, The 81, 135, 136, 146, 160, 165

Никола Тесла был великим мечтателем, идеи которого нашли свое применение только через 100 лет после их появления. Несмотря на то что именно ему принадлежит идея создания двигателя переменного тока, благодаря которому электричество пришло в дома и заводы XX века, этот сербско-американский ученый умер в нищете, забытый своими современниками. Изобретения и открытия, над которыми работал Тесла, бесчисленны: это и пульт дистанционного управления, и самолет вертикального взлета, и беспроводная лампа; также он разработал основы устройства радара, стал предвестником радиоастрономии и проводил опыты по криогенике. Его главной целью было создание технологии передачи электрической энергии и информации в любую точку планеты без проводов — эта идея стоила ему состояния и репутации.

Рекомендуемая розничная цена: 289 руб.

12+

Никола Тесла был великим мечтателем, идеи которого нашли свое применение только через 100 лет после их появления. Несмотря на то что именно ему принадлежит идея

создания двигателя переменного тока, благодаря которому электричество пришло в дома и заводы XX века, этот сербско-американский ученый умер в нищете, забытый своими современниками. Изобретения и открытия, над которыми работал Тесла, бесчисленны: это и пульт дистанционного управления, и самолет вертикального взлета, и беспроводная лампа; также он разработал основы устройства радара, стал предвестником радиоастрономии и проводил опыты по криогенике. Его главной целью было создание технологии передачи электрической энергии и информации в любую точку планеты без проводов - эта идея стоила ему состояния и репутации.